

Yhteiskuntataloudellisten arviointimenetelmien soveltuvuus pelastustoimen palvelujen optimoinnissa

Tuomas Laine

Tampereen yliopiston johtamiskorkeakoulu

Kanslerinrinne 1, 33014 TAMPEREEN YLIOPISTO

Tiivistelmä

Tutkimus koskee yhteiskuntataloudellisen kannattavuusarvioinnin perinteisten menetelmien sovellettavuutta pelastustoimen tietojohdamisessa ja alan palvelujen optimoinnissa. Työssä keskitytään kustannus-vaikuttavuus- ja kustannus-hyötyanalyysiin. Kartoitus menetelmien sovelluksiin osoittaa aihetta tutkitun vähän jopa kansainvälisesti, joten tutkimukselle on sekä käytännöllistä että akateemista tarvetta.

Menetelmien soveltuvuutta koetellaan pelastustoimen molemmissa päätehtäviäluokissa, eli ennaltaehkäisevässä (eli proaktiivisessa) ja operatiivisessa (eli reaktiivisessa) toiminnassa. Tutkimuksen pääpaino on proaktiivisessa valvontatoiminnassa, johon kuuluvia määräaikaista palotarkastuksia tarkastellaan sekä kustannus-vaikuttavuus- että kustannus-hyötynäkökulmasta. Operatiivista toimintaa tarkastellaan kustannus-hyötyanalyttisesti toimintavalmiusajan muutosten vaikutusten osalta.

Analyyseissa yhdistetään kansallisen onnettomuus- ja resurssitietokanta Pronton onnettomuustietoja vuosilta 2008-2014, Merlot-tietojärjestelmän sisältämää valvontatietoa viideltä alueelliselta pelastuslaitokselta vuosilta 2008-2014 sekä kansallisen rakennustietokannan sisältämää tietoa kohderakennuksista. Tietokantojen yhdistely osoittautuu varsin haasteelliseksi.

Tutkimustulokset osoittavat, että menetelmät ovat periaatteessa käyttökelpoisia pelastustoimen eri tehtävien vaikuttavuuden arvioinnissa ja että niillä pystytään tuottamaan alan johtamisen ja resurssienkäytön optimoinnin kannalta välttämätöntä tietoa. Määräaikaiset palotarkastukset osoittautuvat kustannus-vaikuttavuudeltaan hyviksi, mutta aineisto-ongelmien vuoksi tulokset ovat merkitseviä vain joissakin rakennustyypeissä. Operatiivisen toiminnan osalta tulokset jäävät vielä ohuemmiksi, koska toimintavalmiusajan muutoksen ja toiminnan nettohyödyn kausaalisuhdetta on erittäin vaikea arvioida lukuisten epävarmuustekijöiden vuoksi.

Tärkeä tulos on, että molempien analyysimenetelmien edellyttämät luotettavat vaikuttavuusestimoinnit vaativat alan tietoa-aineiston ja tiedonkeruun kehittämistä. Nykyisellään menetelmien sovellettavuus kärsii merkittävästi aineisto-ongelmista. Tutkimuksessa eritellään näitä rajoitteita ja tuodaan esiin kehittämistarpeita ja tarvittavia toimenpiteitä menetelmien sovellettavuuden parantamiseksi.

Alkusanat

Tämä julkaisu on hankkeen Kustannus-vaikuttavuusanalyysin mahdollisuudet pelastustoimen palvelujen optimoinnissa (SMDno–2014–1171) loppuraportti. Hanke on toteutettu Tampereen johtamiskorkeakoulussa 1.10.2014–31.5.2016. Hankkeen tutkijana on toiminut KTM Tuomas Laine, ja hankkeen vastuuprofessoreina ovat toimineet Hannu Laurila (taloustiede) ja Lasse Oulasvirta (julkinen taloushallinto).

Hanketta ovat rahoittaneet Palosuojelurahasto, Pelastusopisto, Keski-Suomen-, Keski-Uudenmaan-, Helsingin kaupungin-, Pohjanmaan ja Pohjois-Savon pelastuslaitokset sekä Tampereen yliopisto. Hanketta on ohjannut sitä varten perustettu ohjausryhmä, jonka kokoonpanoon kuului ohjausryhmän puheenjohtaja kehittämisspäälikkö Vesa-Pekka Tervo (Suomen kuntaliitto/Keski-Uudenmaan pelastuslaitos), riskienhallintapäälikkö Paavo Tiitta (Pohjois-Savon pelastuslaitos), tutkimuspäälikkö Kati Tillander (Keski-Uudenmaan pelastuslaitos/Helsingin pelastuslaitos), palotarkastusinsinööri Thomas Nyqvist (Pohjanmaan pelastuslaitos), kehittämisspäälikkö Tiina Salminen (Pirkanmaan pelastuslaitos), tutkimusjohtaja Esa Kokki (Pelastusopisto), riskienhallintapäälikkö Jarkko Jäntti (Keski-Suomen pelastuslaitos), neuvotteleva virkamies Taito Vainio (Sisäministeriö), johtava asiantuntija Jussi Rahikainen (Sisäministeriö/Suomen kuntaliitto) ja tutkimuspäälikkö Pekka Itkonen (Helsingin pelastuslaitos).

Esitän suuret kiitokset hankkeen ohjausryhmälle, joka omalla työllään on mahdollistanut ja edistänyt hankkeen toteutumista merkittäväällä tavalla. Kiitokset Hannulle ja Lasselle tuesta ja asiantuntevasta ohjauksesta hankkeen kaikissa vaiheissa. Kiitokset myös muille hankkeeseen osallistuneille henkilöille, erityisesti hankkeessa mukana olleille palotarkastajille.

Helsingissä 13.7.2017

Tuomas Laine

1 Sisällys

Tiivistelmä	1
Alkusanat	2
1 Johdanto	4
2 Keskeiset arviointimenetelmät	6
2.1 Yhteiskuntataloudellinen kannattavuus.....	6
2.2 Kustannus-hyötyanalyysi.....	7
2.3 Kustannus-vaikuttavuusanalyysi.....	12
2.4 Menetelmien soveltamisen edellytykset	13
3 Määräaikainen palotarkastus	21
3.1 Määräaikaisen palotarkastuksen kustannukset ja vaikutukset	21
3.2 Palotarkastusten kustannus-vaikuttavuuden arviointi	28
3.2.1 Aineiston kuvailu	28
3.2.2 Aineistojen yhdistämisen haasteet	34
3.2.3 Tutkimusmenetelmä	37
3.2.4 Vaikuttavuus kohdetyyppi kohtaisesti.....	41
3.3 Määräaikaisen palotarkastuksen hyödyt.....	44
3.3.1 Rakennus-, irtaimisto- ja henkilövahingot	44
3.3.2 Hyötyjen arvioiminen	48
3.3.3 Tietojärjestelmän puutteet.....	57
3.3.4 Havaitut estimaatit	60
3.3.5 Nettohyödyn havainnollistus	65
3.3.6 Resurssien allokatio.....	71
3.4 Pohdintaa	75
4 Operatiivisen toiminnan kustannus-hyötytarkastelu	79
4.1 Operatiivinen pelastustoiminnan kustannukset ja hyödyt	79
4.2 Vaikuttavuuden määrittely.....	83
4.3 Nettohyödyn skenaariotarkastelu	90
5 Yhteenveto ja johtopäätökset.....	98
Lähteet	104
Liitteet.....	107

LIITE 1. Rakennus- ja irtaimistovahingot

LIITE 2. Valvonnan kustannukset ja onnettomuushaitat vuosina 2011-2014

1 Johdanto

Viimeaikainen talouskehitys ja harjoitettu talouspolitiikka ovat johtaneet budjettileikkauksiin ja taloudellisen tehokkuuden periaatteen korostumiseen julkisella sektorilla. Tämä koskee myös pelastustointia, jonka on niukkenevilla resursseillaan huolehdittava tehtävistään, jotka ovat pikemminkin lisääntyneet kuin vähentyneet. Tämän vuoksi pelastustoimen suunnitteluun, kehittämiseen ja tietojohdantamiseen kohdistuu kasvavia paineita.

Tämän hankkeen tarkoituksena on tutkia yhteiskuntataloudellisten kannattavuusarviointi menetelmien soveltuvuutta suomalaisessa pelastustoimessa. Hankkeen tavoitteena on selvittää, mitä lisäarvoa erityisesti kustannus-hyöty- ja kustannus-vaikuttavuusanalyysit voisivat tuoda pelastustoimen tietojohdantamiseen sekä sen palvelujen optimaaliseen tuottamiseen ja kehittämiseen. Tutkimuskysymyksenä on, voitaisiinko näillä menetelmillä tuottaa sellaista tietoa, jonka avulla pelastustoimen palveluja voitaisiin tuottaa ja kohdentaa tehokkaammin niin, että pelastustoimelle osoitetuilla voimavaroilla saavutettaisiin entistä korkeampi yhteiskunnallinen hyöty.

Tutkimustehtävä on varsin haastava. Suomalaisessa pelastustoimessa edellä mainittuja menetelmiä ei ole käytetty eikä niiden sovellettavuutta ole tutkittu aiemmin. Kansainvälisestäkin katsottuna kenttä on paljolti kartoittamaton erityisesti palvelujen osalta. Menetelmiä on sovellettu lähinnä paloturvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä, kuten palovaroitin- ja sprinkler-järjestelmiin liittyvien hankkeiden arvioinnissa.

Tutkimustehtävän avaaminen alkaa arviointimenetelmien teoreettisen kirjallisuuden läpikäymisellä sekä pelastustoimessa ja sitä lähellä olevilla toimialoilla tehtyjen sovellutusten tarkastelulla. Tämän pohjalta edetään koettelemaan menetelmiä valituissa soveltamiskohteissa. Sovelluskohteiden valinnan kriteereinä ovat yhtäältä toiminnallinen edustavuus ja toisaalta käytettävissä olevan tutkimusaineiston antamien puitteiden tunnistaminen. Ensihoidon palvelut eivät sisälly tarkasteluun.

Keskeisenä sovelluskohteena on ennaltaehkäisevä eli proaktiivinen toiminta, jota edustaa määräaikaisten palotarkastuksien toteutettava valvonta. Tätä toimintaa tarkastellaan sekä kustannus-

vaikuttavuus- että kustannus-hyötyanalyttisesti. Toinen sovelluskohde on operatiivinen eli reaktiivinen pelastustoiminta, jota tarkastellaan lyhyemmin kustannus-hyötysanalyysin näkökulmasta.

Tarkoituksena on pohjustaa sellaisia analyysiasetelmia, jotka olisivat yksinkertaisesti, mutta luotettavasti toteutettavissa mahdollisimman monissa käytännön tilanteissa. Lisäksi tarkoituksena on korostaa tiedollisten perusteiden merkitystä pelastustoimen päätöksenteossa ja kehittämisessä ja antaa suuntaviivoja sille, miten tietojohdamisessa tarvittavaa kvantitatiivista tietoa tulee kerätä ja käsitellä.

Raportin luvussa 2 esitellään lyhyesti kustannus–vaikuttavuus– ja kustannus–hyötymenetelmien teoreettista taustaa ja menetelmien soveltamisen edellyttämiä tietotarpeita ja soveltamiskohteen valintaan vaikuttavia tekijöitä pelastustoimessa. Luku 3 keskittyy määräaikaisten palotarkastuksien tarkasteluun ja esittelee erikseen kustannus-, vaikuttavuus- ja hyötyanalyysien tuloksia sekä havaintojen pohjalta tehtävää pohdintaa. Luku 4 keskittyy vastaavasti operatiivisen pelastustoimen kustannus-hyötytarkasteluun.

Jokaisen osa–analyysin osalta tuodaan esiin analyysikehikoiden sisältämät vahvuudet ja puutteet ja käsitellään menetelmien soveltamiseen liittyviä haasteita ja rajoitteita sekä mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja niiden ohittamiseksi. Raportin johtopäätöksissä luvussa 5 arvioidaan menetelmien soveltuvuutta pelastustoimen palvelujen tuotanto- ja allokaatiopäätösten sekä yleisen tietojohdamisen apuvälineinä ja menetelmien käyttökelpoisuutta erilaisissa päätös- ja suunnittelutilanteissa.

2 Keskeiset arviointimenetelmät

2.1 Yhteiskuntataloudellinen kannattavuus

Yhteiskuntataloudellisen kannattavuusarvioinnin tarkoituksena on tuottaa informaatiota rationaalisen päätöksenteon tueksi. Perimmäisenä tarkoituksena on tuottaa ratkaisu kysymykseen resurssien tehokkaasta kohdentumisesta eli allokaatiosta. Arvioinnin teoreettinen tausta on hyvinvoinnin taloustieteessä, joka keskittyy yhteiskunnan kokonaishyvinvoinnin maksimointiin. Kyse on niukkojen taloudellisten resurssien käytöstä ja niistä syntyvien lopputuotteiden, eli hyödykkeiden ja palvelujen jakaantumisesta yhteiskunnassa.

Resurssien allokaation tehokkuus perustuu yhteiskunnallisen hyötyfunktion maksimointiin.

Yhteiskunnallinen hyötyfunktio muodostuu yksityisten kansalaisten hyödykkeiden ja palvelujen kulutuksesta saamista hyödyistä, eli se perustuu yksilöiden hyötyfunktioihin. Yksilön kokema hyöty perustuu yksilöllisiin preferensseihin, joita voidaan mitata monin eri tavoin.

Tehokkuuden arvioimiseen käytetään yleisesti Pareto-optimaalisuuden ja potentiaalisen Pareto-parannuksen käsitteitä. Pareto-optimi on tilanne, jossa allokaatiota ei voida muuttaa ilman, että ainakin jonkun hyvinvointi laskee. Potentiaalinen Pareto-parannus puolestaan tarkoittaa tilannetta, jossa allokaatiota voidaan muuttaa niin, että muutoksesta seuraavalla hyvinvoinnin kasvulla voidaan kompensoida mahdolliset hyvinvoinnin menetykset.

Potential Pareto Improvement (PPI) tarkoittaa sitä että allokaatioita voisi muuttaa niin että jonkun hyvinvointi kasvaa niin paljon että hän voisi kompensoida niiden hyvinvoinnin menetykset, jotka allokaation muutoksesta kärsivät. Pareto-kriteereitä voidaan käyttää yhteiskunnan hyvinvoinnin muutoksen arvioimiseen silloinkin, kun yhteiskunnan hyvinvointifunktiota ei täsmällisesti tunneta. (Gray, Clarke, Wolstenholme & Wordsworth 2010.)

Yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden arvioimiseen on kehitetty useita erilaisia arviointimenetelmiä, jotka eroavat ominaisuuksiltaan ja tarkoitukseltaan merkittävästi toisistaan. Yleisimpiä taloudellisen arvioinnin menetelmiä ovat kustannus-hyötyanalyysi (KHA) ja kustannus-vaikuttavuusanalyysi (KVA). Näiden pohjalta on kehitetty useita muunnelmia kuten kustannus-

utiliteettianalyysi ja kustannus-seurausanalyysi. Toiminnan sisäisten prosessien arviointiin ja toiminnallisen tehokkuuden mittaamiseen on käytetty myös erilaisia panos-tuotos-malleja, joista ehkä edistynein ja kokonaisvaltaisin on lineaariseen optimointiin perustuva verrokkimenetelmä (Data Envelopment Analysis, DEA). Tässä tutkimuksessa keskitytään kustannus-hyöty- ja kustannus-vaikuttavuusmenetelmiin.

KHA:n tarkoitus on arvioida yksittäisiä tai vaihtoehtoisia hankkeita yhteismitallisesti, eli kustannukset ja hyödyt mitataan rahassa. KHA antaa arvion yksittäisen hankkeen nettonykyarvosta eli siitä, onko hanke yhteiskunnallisesti kannattava. KHA:n avulla voidaan mitata hankkeiden suhteellista tehokkuutta ja alloktiivista tehokkuutta. Hyötyjen ja haittojen mittaaminen rahayksikössä mahdollistaa yksittäisen, vaihtoehtoisten, toisensa poissulkevien sekä kilpailevien hankkeiden arvioimisen. Lisäksi analyysi tuottaa tietoa toiminnan tuottamasta kokonaishyödystä, ajallisesta ulottuvuudesta ja hyödyistä, jotka saattaisivat muuten jäädä havaitsematta. Menetelmää on käytetty erityisesti julkisen sektorin investointien, palveluiden ja sääntelyn taloudellisessa arvioinnissa. (Gray ym. 2010.)

KVA keskittyy lähinnä tuotannollisen tehokkuuden mittaamiseen. KVA :a onkin käytetty sellaisten toimintojen tai palvelujen mittaamiseen, joiden suoria vaikutuksia on helppo mitata ja verrata. KVA soveltuu erityisesti vaihtoehtoisten menetelmien vertailuun sekä rajoitettuun maksimointiin eli tilanteeseen, jossa pyritään budjettirajoitteen vallitessa allokoimaan resursseja kilpailevien toimenpiteiden välillä. Menetelmän hyödynnettävyys on heikko tilanteissa, joissa vaikuttavuuden muodot eroavat toisistaan merkittävästi. Menetelmä ei myöskään arvioi hankkeen nettohyötyjä tai sitä, onko hanke yhteiskunnan kannalta hyväksyttävä. (Gray ym. 2010.)

2.2 Kustannus-hyötyanalyysi

Kustannus-hyötyanalyysi (KHA) on meillä ja muualla varsin yleisessä käytössä erilaisten julkisten investointihankkeiden vertailussa. Sitä on sovellettu myös esimerkiksi tieliikenteen, tuomioistuinten toiminnan, julkisen säännöstelyn ja erilaisten sosiaalisten ohjelmien arviointiin. Pelastustoimen alalla sen soveltaminen on kuitenkin ollut kansainvälisestikin tarkasteltuna hämmästyttävän vähäistä.

KHA:a voidaan soveltaa lähtökohdiltaan hyvin erilaisissa arviointitilanteissa. Hankkeen kustannus-hyötylaskelma voidaan tehdä ennen hankkeen aloitusta (*ex ante*), jolloin analyysi pyrkii vastaamaan siihen, tulisiko kyseinen hanke toteuttaa vai jättää toteuttamatta. Tämän tyyppinen laskelma on tarpeen silloin, kun arvioidaan peruuttamattomia investointeja, kuten suuria infrastruktuurihankkeita. Analyysillä on usein ratkaiseva rooli päätöksenteossa.

KHA voidaan toteuttaa myös hankkeen kuluessa (*in medias res*). Laskelman motiivina on tällöin tutkia edellytyksiä hankkeen jatkamiselle tai arvioida resurssien uudelleenallokoinnin tarvetta. Hankkeen tai toiminnan kuluessa tehtävä arviointi voidaan nähdä myös toiminnan kehittämiseen ja seurantaan liittyväksi toiminnaksi.

Kolmas vaihtoehto on hankkeen taloudellinen jälkiarviointi (*ex post*), eli toteutuneiden nettohyötyjen laskelma. Jälkiarviointina toteutettu analyysi on yleensä laajempi ja kokonaisvaltaisempi kuin kaksi ensin mainittua, mutta sen vaikutukset päätöksentekoon tulevat ai noastaan välillisesti. Analyysi palvelee päätöksentekijöitä tällöin eräänlaisena oppimisvälineenä.

Onnistuneen KHA:n toteutus riippuu useista tekijöistä, jotka on huomioitava jo analyysin valmisteluvaiheessa. Monilla toimialoilla onkin olemassa ohjeistuksia ja kokoelmia hyvistä periaatteista KHA:n laadintaa varten. Farrowin ja Kipin (2011) mukaan KHA:n tulisi (1) olla realistinen kuvaus riskeistä ja toimintatapojen kontekstista, (2) esittää uskottavasti taloudelliset realiteetit käyttäytymismallien ja niihin liittyvien epävarmuuksien pohjalta ja (3) perustella mahdolliset puutteet kuten sivuutetut hyödyt ja kustannukset ja selittää, mistä puutteet johtuvat. KHA:a on pidetty hyödyllisenä menetelmänä toivottujen ja ei-toivottujen vaikutusten arvioimiseen esimerkiksi säännöstelyyn liittyvässä päätöksenteossa siinäkin tapauksessa, että käytettävissä olevaan tietoon liittyy merkittäviä puutteita ja epävarmuutta (Arrow, Cropper, Eads, Hahn, Lave, Noll, Portney, Russell, Schmalensee, Smith & Stavins 1998).

KHA:n taustalla oleva hyvinvoinnin taloustieteen teoria on pohjana myös silloin, kun kyseessä ovat yleistä turvallisuutta koskevat kysymykset. Teoriapohjaa ei tule kuitenkaan ylikorostaa, koska KHA:lla voi olla informaatioarvoa, vaikka se ei täyttäisikään kaikkia teoreettisia periaatteita. Analyysia on usein mahdollista hienosäätää ja riskiominaisuuksia tarkentaa vaarantamatta arvioon tarkkuutta. (Farrow & Viscusi 2011.)

KHA voidaan tiivistää yhdeksään vaiheeseen: (1) vaihtoehtoisten toimintatapojen määrittely, (2) näkökulman valinta, (3) vaikutusten luokittelu ja indikaattorien määrittely, (4) vaikutusten estimointi hankkeen koko elinkaarelle, (5) vaikutusten rahallinen määrittely, (6) kustannusten ja hyötyjen diskonttaaminen nykyarvoon, (7) vaihtoehtotoimintojen netto nykyarvojen vertaaminen, (8) herkkyyssanalyysin toteutus ja (9) perustellun toimenpidesuosituksen esittäminen. (Boardman, Greenberg, Vining & Weimer 2014.)

Vaihtoehtoisia toimintatapoja ovat esimerkiksi pelastustoimen ennaltaehkäisevän tehtävän kohdalla erilaiset tarkastustoiminnan muodot sekä koulutus ja turvallisuusviestintä eri muodoissaan. Varsinaisen vertailuasetelman lisäksi KHA:n pohjalta voidaan arvioida myös yksittäisen toiminnan nettohyötyjä eli toiminnan yhteiskunnallista kannattavuutta sellaisenaan, mikä antaa vertailukohdan muulle toiminnalle.

Näkökulman valinta tarkoittaa pelastustoimen kohdalla KHA:n toteuttamista joko perinteisessä yhteiskuntataloudellisessa kehikossa, koko pelastustoimen alan näkökulmasta, yksittäisen pelastuslaitoksen tasolla tai jotain tiettyä toimintoa koskien. Tähän vaiheeseen kuuluu myös analyysin kattavuuden määrittely, eli niiden kustannus- ja hyötyluokkien valinta, jotka ovat relevantteja lopputuloksen kannalta. (Boardman ym. 2014.)

Kolmannessa vaiheessa kartoitetaan ja luokitellaan kaikki kustannukset ja hyödyt, joita toiminta aiheuttaa. Luokittelussa tulee ottaa huomioon kustannusten ja hyötyjen kohtaantuminen. Tässä vaiheessa myös määritetään mittarit, joilla kustannuksia ja varsinkin hyötyjä voidaan mitata. Myös laadulliset mittarit voivat olla joskus hyödyllisiä, mutta niiden runsasta käyttöä tulisi välttää, jotta analyysin tulos olisi luotettava. (Boardman ym. 2014.)

Neljännessä vaiheessa arvioidaan aiheutuvat kustannukset ja hyödyt hankkeen tai toiminnon koko elinkaaren yli. Pitkän ja lyhyen aikavälin vaikutukset erotellaan toisistaan. Pitkän tähtäyksen vaikutukset ovat erittäin tärkeä osa analyysiä, mutta niistä aiheutuu haasteellista epävarmuutta. (Boardman ym. 2014.)

Viidennessä vaiheessa kaikki vaikutukset yhteismitallistetaan rahassa. Sekä kustannusten että hyötyjen rahallista arvoa on arvioitava ehkä pitkällekin tulevaisuuteen. Esimerkiksi kiinteistöjen arvon

muutos tai palkkojen kehitys tulee ottaa huomioon, ja arviointi on tehtävä kunkin tekijän osalta erikseen. Yleisessä muodossa tulevaisuuden arvo (TA) on

$$TA = X(1 + k)^n,$$

jossa X on tarkasteltavan tekijän nykyarvo, k on vuosittainen muutosaste ja n on tarkastelujakson pituus vuosina. Esimerkiksi tänään tehty palotarkastus vähentää kiinteistölle aiheutuvaa vahingonriskiä eli haittaa tulevaisuudessa, jolloin kiinteistön arvo on noussut ja rahallinen hyöty ehkäistystä omaisuushaitasta on myös kasvanut. (Boardman ym. 2014.)

Kuudennessa vaiheessa kaikki rahamittaiset vaikutukset diskontataan nykyhetken arvoihin. Diskonttokoron tulee vastata aikapreferenssiä, jolla kansalaiset arvostavat nykykulutusta suhteessa tulevaan kulutukseen. Diskonttokoron määrittelyyn liittyvän epävarmuuden vuoksi analyysissä tulisi käyttää useita korkotasoja (Farrow & Viscusi 2011).

Käytettävä diskonttokorko voi perustellusti olla puhtaasti taloudellisten tekijöiden kohdalla erilainen kuin kokemuksellisten tekijöiden kohdalla. Esimerkiksi elinvuoden arvoa ei ole monissa tutkimuksissa diskontattu lainkaan eettisistä syistä, koska ihmiselämän voidaan hyvin ajatella olevan huomenna yhtä arvokas kuin tänään (Parsonage & Neuburger 1992). Yleisessä muodossa nykyarvo (NA) saadaan yhtälöstä

$$NA = \frac{TA}{(1+i)^n},$$

jossa i on diskonttokorko. Tulevaisuuden kustannuksia ja hyötyjä voidaan käsitellä sekä reaalisisina että nimellisinä hintoina, kunhan diskonttokorko on myös valittu samalla periaatteella. Julkisen toiminnan arviointi ja vertailu voi kuitenkin olla mielekkäämpää reaalisten lukujen pohjalta, jolloin päätöksentekijä voi arvioida tulevaisuuden kustannus- ja hyötytekijöitä tämän päivän hinnoin. Reaalikoron määrittämiseksi on arvioitava keskimääräinen inflaatiotasotaso hankkeen elinajalta. Kansalliset ja kansainväliset instituutiot, kuten Euroopan keskuspankki tai OECD tuottavat käyttökelpoisia arvioita inflaatio-odotuksista.

Seitsemännessä vaiheessa tehdään nettonykyarvovertailu vaihtoehtoisten hankkeiden tai toimintojen kesken. Tietyn toiminnon nettonykyarvo (NNA) muodostuu nykyarvoon diskontattujen hyötyjen (H) ja kustannusten (K) erotuksesta,

$$NNA = \sum_{t=0}^n \frac{H_t - K_t}{(1+i)^t}.$$

Jos kyseessä on vertailuasetelma, nettonykyarvoluvut antavat vaihtoehdoille paremmuusjärjestyksen. Yhtä hanketta tai toimintoa koskevan laskelman vertailukohtana on, ettei tehdä mitään. Tällöin nettonykyarvon (merkittävä) positiivisuus/negatiivisuus toimii päätösperusteena. (Boardman ym. 2014.)

KHA:n tulokset voidaan esittää myös kustannus–hyötysuhteena, joka kertoo sen, miten paljon hyötyä saavutetaan hankkeeseen investoidulla rahayksiköllä. Kustannus–hyötysuhteen käyttö ei tuo esiin skaalaetuja tai hankkeen suuruusluokkaa, minkä vuoksi sen käyttöä tulisi harkita tapauskohtaisesti varsinkin tilanteessa, jossa optimoidaan saatuja hyötyjä ja kustannuksia annetulla rajoitteella.

(Boardman ym. 2014.)

Analyysin kahdeksannessa vaiheessa, ennen lopullista valintaa, malliin liittyvää epävarmuutta arvioidaan herkkyysoanalyysin avulla. Epävarmuutta sisältyy mallin rakenteeseen, analyysimetodeihin, aineistoon, yleistämiseen ja ekstrapolointiin (Sintonen & Pekurinen 2006). Kaikkien osatekijöiden testaamisen sijaan herkkyysoanalyysiin otetaan vain tuloksien kannalta merkittävimmät tekijät. Erilaisia herkkyysoanalyysimenetelmiä ovat yksisuuntainen herkkyysoanalyysi, kynnysanalyysi ja äärimmäisten skenaarioiden analyysi. Jos havainnot on kerätty tapauskohtaisesta aineistosta, voi menetelmänä käyttää tilastollista analyysia. Monimutkaisia syy-seuraus-suhteita sisältävien mallien epävarmuutta pyritään joissakin tapauksissa käsittelemään myös erilaisilla odotusarvoihin ja todennäköisyyksiin perustuvilla valintamalleilla. Menetelmiä käytetään aina tilanteesta riippuen. Käytettävästä menetelmästä riippuen tulokseksi saadaan joko nettohyötyarvon vaihteluvälit tai todennäköisten arvojen kertymäjakaumat. (Boardman ym. 2014.)

Morgan, Henrion ja Small (1990) luokittelevat virhelähteet seuraavasti: (1) satunnaisvirhe ja tilastollinen vaihtelu, (2) systemaattinen virhe ja subjektiivinen valintavirhe, (3) kielellinen epätasällisyys, (4) ulkopuolinen vaihtelu, (5) arvaamattomuus, (6) erimielisyydet ja (7) likiarvojen käyttö. Riskin odotusarvot on hyvä esittää rahamittallisina, jotta ne ovat vertailtavissa kustannusten ja hyötyjen kanssa.

Kun kaikki epävarmuustekijät on huolellisesti käsitelty ja raportoitu, voidaan siirtyä yhdeksänteen vaiheeseen ja antaa perusteltu toimenpidesuositus. Analyysin luotettavuudelle annetaan merkittävää painoarvoa esimerkiksi Yhdysvalloissa, joissa laskelmien standardointi edustaa myös julkista valvontaa. Standardit helpottavat itse analysointia ja edesauttavat laskelmien vertailtavuutta ja käytettävyyttä niin, että KHA voi toimia luotettavasti päätöksenteon tukena tai jopa sen avaintekijä (Farrow & Viscusi 2011).

2.3 Kustannus-vaikuttavuusanalyysi

Kustannus-vaikuttavuusanalyysi (KVA) on yleisessä käytössä erityisesti terveydenhuollon alalla. Se sopii toisensa poissulkevien toimenpiteiden vertailuun silloinkin, kun hyötyjä ei voida määritellä rahamitallisesti, tai kun toiminnan tärkeimpiä vaikutuksia ei haluta mitata rahassa (Boardman ym., 2014).

KVA:n vaiheet ovat pitkälti samat kuin KHA:n. Keskeinen ero on, että vaihtoehtoisten toimenpiteiden vertailussa kriteerinä on nettonykyarvon sijaan kustannusten ja vaikuttavuuden suhde eli kustannusvaikuttavuussuhde

$$KVS = \frac{K}{V},$$

jossa K on kustannukset ja V on vaikutukset. Yksinkertainen tapa esittää tulokset, on ilmoittaa kustannukset päätösmuuttujaan suhteutettuna. Esimerkiksi ennaltaehkäisevän valituskampanjan keskimääräinen kustannusvaikuttavuussuhde voidaan ilmoittaa yhden pelastetun ihmishengen hintana.

Kustannus-vaikuttavuussuhde antaa relevanttia tietoa toisistaan riippumattomien hankkeiden arvioinnissa, mutta se ei anna resurssien jakoa koskevaa tietoa useiden poissulkevien hankkeiden arvioinnissa. Toisensa poissulkevien hankkeiden arvioinnissa kustannukset ja vaikuttavuus mitataan aina vertaamalla hanke hankkeelta sekä vaikuttavuutta että kustannuksia.

KVA on terävimmillään silloin, kun tavoitteena on korkea kustannus-vaikuttavuussuhde joko vaikutusten maksimoinnin tai kustannusten minimoinnin kautta. Valinta eri vaihtoehtojen välillä on helppoa, jos niiden kustannukset tai vaikutukset ovat samat.

Petittin (2000) mukaan toimenpide kannattaa valita (1) jos se on kustannuksiltaan halvempi ja vaikuttavuudeltaan vähintään yhtä hyvä kuin vertailtava toimenpide, (2) jos se on kustannuksiltaan halvempi ja vaikuttavuudeltaan huonompi, mutta kustannusero on suurempi kuin ero vaikuttavuudessa ja (3) jos se on kustannuksiltaan kalliimpi ja vaikuttavuudeltaan parempi, mutta vaikuttavuusero on suurempi kuin kustannusten ero. Drummond, Sculpher, Torrance, O'Brien ja Stoddard (2005) esittävät vertailuasetelman seuraavasti:

i on parempi kuin j , jos $K_i - K_j < 0$ ja $V_i - V_j > 0$, tai

j on parempi kuin i , jos $K_i - K_j > 0$ ja $V_i - V_j < 0$.

Tulos ei kuitenkaan ole yksiselitteinen, jos

$K_i - K_j < 0$ ja $V_i - V_j < 0$, tai

$K_i - K_j > 0$ ja $V_i - V_j > 0$.

Molemmissa tapauksissa eron vaikuttavuudessa pitää olla suurempi kuin ero kustannuksissa, jotta toinen voidaan todeta kustannusvaikuttavuudeltaan paremmaksi kuin toinen. Tällöin valintapäätös tulee tehdä inkrementaalisen kustannus-vaikuttavuussuhteen

$$IKVS = \frac{K_i - K_j}{V_i - V_j}$$

eli kustannusten ja vaikutusten muutosten suhteen perusteella.

2.4 Menetelmien soveltamisen edellytykset

Sekä KVA:n että KHA:n toteuttaminen edellyttää arviota toiminnan aiheuttamista kustannuksista ja vaikutuksista. KHA edellyttää lisäksi arvioita toiminnan vaikuttavuudesta seuraavasta hyödystä.

Kustannusanalyysi voidaan nähdä suhteellisen suoraviivaisena analyysivaiheena, mutta vaikuttavuuden mittaaminen on sekä KHA:n että KVA:n soveltamisen vaativin osa-alue, joka asettaa suuria vaatimuksia tutkimusaineiston laadulle.

Molempien menetelmien käyttö on helpointa silloin, kun käytettävissä on valmiita vaikuttavuusestimaatteja. Joillakin menetelmien perinteisillä sovellusalueilla, kuten terveystieteissä, käytetään yleisesti aiemmissa tutkimuksissa saatuja estimaatteja. Kun valmiita estimaatteja ei ole tarjolla, vaikuttavuus on estimoitava erikseen. Estimointiin liittyy monesti toimialakohtaisia rajoitteita ja haasteita, ja vaikuttavuuden estimointi joudutaan useimmiten toteuttamaan ei-kontrolloidussa ympäristössä.

Tapauskohtaiset rajoitteet ja määrittelykysymykset tekevät vaikuttavuuden mittaamisesta monisyistä. Esimerkiksi ennaltaehkäisevän paloturvallisuustyön kohdalla asia on juuri näin. Mattson ja Juås (1994) esittävät mittaamiselle kuusiportaisen hierarkiarakenteen, jonka portaat ovat lopputulosten mittaaminen, käyttäytymisen muuttuminen (joka voi mahdollisesti ilmetä myös toimintaympäristön muutoksena), tietojen ja taitojen mittaaminen, ohjelman kattavuus, itsearviointi ja toiminnan aloittaminen.

Ennaltaehkäisevän toiminnan vaikuttavuuden mittaamiseen liittyy runsaasti erilaisia virheen mahdollisuuksia. Powell (1999) nimeää yhdeksän yleistä virhettä, jotka vääristävät tuloksia tai vähintään hankaloittavat tulosten tulkittavuutta.

1. Vertailuryhmän puute
2. Liian pieni tietoaaineisto
3. Väärän asian mittaaminen
4. Tilastollisen analyysin puute
5. Suhdeluvut ja niiden huomiotta jättäminen
6. Epäoleelliset tapaustutkimukset ja esimerkit
7. Lähtötason epäselvyys
8. Tulkintavirheet
9. Havaintojoukon koon virheellinen mittaaminen

Vertailuryhmän puute on selkeä puute tuloksia tulkittaessa. Yleisesti tarkasteltuna paras mahdollinen tulos ennaltaehkäisevän työn vaikuttavuuden mittaamiseksi saadaan kokeellisessa ympäristössä, jonka asetelma sisältää satunnaisesti valitun testi- ja vertailuryhmän. Hyvän vertailuryhmän löytäminen on kuitenkin usein haastavaa, varsinkin suuressa mittakaavassa.

Virheen mahdollisuus voi syntyä myös liian pienestä tietoaaineistosta. Erityisesti palokuolemien ja rakennuspalojen frekvenssin vaihtelu voi olla suhteellisen suurta, jonka vuoksi lyhyestä

vertailuaineistosta ei saa luotettavia estimointituloksia. Luotettavan tilastollinen aineiston kerääminen tulisi rakentaa useiden vuosien aineistosta, joka sisältäisi riittävästi havaintoja ennen ja jälkeen toimenpiteen aloittamista.

Kolmanneksi virheeksi Powell nimeää väärin asioiden mittaamisen. Analyysin asetelma tulisikin perustua teoreettisesti sekä empiirisesti perusteltuihin syy-seuraussuhteisiin, jotta analyysi keskittyisi tutkittavan ilmiön kannalta oleellisiin asioihin. Joissakin tapauksissa, analyysi on toteutettu ilman tilastollista analyysiä. Tilastollisen analyysin puute on merkittävä heikkous, sillä tilastolliset menetelmät ovat käytännössä ainoa riittävän luotettava tapa erottaa toimenpiteestä ja sattumista aiheutuvat vaikutukset.

Loppumuuttujia mitattaessa ei myöskään tulisi tarkkailla niinkään absoluuttisia muutoksia, vaan suhteellisia muutoksia. Toimenpiteen vaikutus voi joskus olla erisuuntainen siinäkin tapauksessa, että mitattava loppumuuttuja, kuten palokuolemien määrä kasvaa tarkasteltavalla aikavälillä.

Epäollennaiset tapaustutkimukset ja tarkastelut ovat myös yksi virheen lähde vaikuttavuuden tarkastelussa. Käytettävien esimerkkien tulisi liittyä suoraan mitattavaan asiaan, jotta niillä olisi todistusvoimaa. Tulkintaan liittyvät virheet ovatkin varsin yleinen haaste erityisesti rajallisen tietoa-aineiston tilanteessa, jolloin ei ole välttämättä mahdollista katsoa ja tarkastella riittävästi asioiden ”taakse”.

Lähtötason epäselvyydet tai lähtötason sisältämä epävarmuus on myös yksi merkittävä virheen lähde. Jos lähtötason tilannetta ei pystytä määrittelemään riittävällä tarkkuudella, perustuvat tulokset oletuksiin, jotka voivat johtaa harhaisiin tuloksiin. Viimeiseksi virheeksi Powell nimeää havaintojoukon koon virheellisen mittaamisen. Kohderyhmästä pitää tavoittaa vähintään 10–25 prosenttia, jotta havainnoilla olisi tilastollista merkitystä. Olennaista onkin, kuinka suuri osa kohderyhmästä on tavoitettu eikä niinkään se, kuinka monta kohderyhmäläistä on tavoitettu.

Vaikuttavuuden mittaaminen perustuu koe- ja tutkimusasetelmiin, joiden käytettävyys riippuu tarvittavan tiedon määrästä ja laadusta. Boardman ym. (2014) luokittelee asetelmat viiteen tyyppiin, joita ovat (1) klassinen kokeellinen asetelma, (2) klassinen kokeellinen menetelmä ilman pohjatietoja, (3) ennen ja jälkeen -menetelmä, (4) ei-kokeellinen vertaileva tutkimus ilman pohjatietoja ja (5) ei-kokeellinen vertaileva tutkimus pohjatiedoin.

Klassisessa koeasetelmassa (social experiment) koeryhmä ja vertailuryhmä valitaan satunnaisesti. Ryhmiin valikoituneiden jäsenten ominaisuudet analysoidaan tutkimuksen kannalta tärkeimpien tekijöiden osalta. Ryhmien tulisi olla ominaisuuksiltaan mahdollisimman samankaltaiset. Yksinkertaistettuna koe etenee seuraavasti. Molemmista ryhmistä mitataan halutut suureet ennen koetta, jonka jälkeen vain koeryhmään kohdistetaan tutkittava toimenpide, esimerkiksi viestintäkampanja. Toimenpiteen jälkeen tutkittavat suureet mitataan uudelleen. Vaikutuksen mittaaminen tapahtuu ennalta määritellyn ajan kuluttua ja mahdollisesti useamman kerran. Ennaltaehkäisevän paloturvallisuustyön vaikuttavuuden mittaaminen voisi kohdistua esimerkiksi palokuolemien tai omaisuushaittojen määrään. Asetelman vahvuus on satunnaisesti valinnassa, joka takaa analyysin sisäisen luotettavuuden, jolla tarkoitetaan tutkittavan toimenpiteen vaikuttavuudesta tehtäviä johtopäätöksiä kahdessa tutkittavassa ryhmässä. Erot ryhmien välillä voidaan luotettavasti tulkita tutkittavan toimenpiteen vaikutukseksi. Asetelma ei kuitenkaan takaa tulosten yleistettävyyttä tarkasteltavien ryhmien ulkopuolelle eli analyysin ulkoista luotettavuutta.

Vaihtoehto (2) muistuttaa klassista koeasetelmaa muuten, mutta ryhmiin valikoituneiden jäsenten ominaisuuksia ennen koetta ei analysoida samalla tavalla. Tämä johtuu usein siitä, että tietoja ei ole saatavilla. Tämä on asetelman heikkous, sillä pohjatietojen puute estää arvioimasta vertailu- ja koeryhmän ominaisuuksien samankaltaisuutta eli analyysin sisäinen luotettavuus heikkenee.

Ennen ja jälkeen -tarkastelua (refleksiivinen kontrolli) voidaan pitää viidestä vaihtoehtoisesta asetelmasta heikoimpana. Tutkittavan ryhmän valinta ei tapahdu satunnaisesti. Tutkimusasetelma ei anna tietoa siitä, mitä olisi tapahtunut, jos koetta ei olisi tapahtunut. Asetelman puutteiden vuoksi ongelmaksi muodostuu toimenpiteistä ja ympäristön muutoksesta johtuvien vaikutusten erottaminen toisistaan. Lisäksi koeryhmän valintaan liittyvät tekijät altistuvat endogeeniseen harhaan mittaustulosten osalta. Asetelman etuna puolestaan voidaan pitää sen keveyttä (ja halpuutta) muihin tutkimusasetelmiin verrattuna.

Vaihtoehtoa (4) kutsutaan yleisesti kvasikokeelliseksi tutkimukseksi. Asetelma pyrkii kahden ryhmän väliseen vertailuun, mutta erona asetelmiin (1) ja (2) ryhmiinvalinta ei tapahdu satunnaisesti. Vertailuryhmä voidaan valita esimerkiksi toiselta maantieteelliseltä alueelta tai jollain muulla tavalla.

Taustatietojen puuttumisen vuoksi asetelman sisäinen luotettavuus on heikompi kuin klassisessa koeasetelmassa.

Vaihtoehtoa (5) eli ei-kokeellista tutkimusta (non-experimental comparison) kutsutaan myös kvasikokeelliseksi tutkimukseksi. Asetelmassa käytetään ennen koetta kerättyjä pohjatietoja vertailuryhmien ominaisuuksien tarkasteluun ja muiden vaikuttavien ominaisuuksien neutralisoimiseen. Vertailuryhmä määritellään teoreettisesti ja sovitetaan koeryhmään jälkikäteen. Vertailussa voivat olla esimerkiksi tutkittavan toimenpiteen vaikuttavuudelle altistunut ja sille altistumaton ryhmä. Asetelma on vaihtoehtoja (3) ja (4) laadukkaampi tutkimusasetelma, mutta vertailuryhmien ei-satunnaisuus heikentää tulosten yleistettävyyttä. Koe- ja vertailuryhmiin valinta on tehtävä huolellisesti, jotta lopputulokseen vaikuttavat tekijät tulevat samalla tavalla edustetuiksi molemmissa ryhmissä. Tilanne, jossa vaikuttavaa taustatekijää ei voida mitata ja tunnistaa kutsutaan valintaongelmaksi, joka heikentää analyysin sisäistä luotettavuutta ja altistaa tulokset systemaattiselle virheelle. Asetelma on kevyempi kuin kokeellinen ja satunnaistettu tutkimusasetelma. Tässä hankkeessa asetelma on perusteltu, koska tilastoaineiston puutteellisuuden vuoksi ei voida käyttää satunnaista valintaa ryhmien muodostuksessa.

Palo- ja pelastussektorilla on tehty kansainvälisesti paljon erilaisia tehokkuustutkimuksia, mutta vähän KHA:a ja KVA:a hyödyntäviä taloudellisia arviointeja. Niissäkin tutkimuskysymykset ovat kohdistuneet pääasiassa aktiivisten palontorjuntateknologioiden tutkimukseen kuten palovaroittimiin ja sprinklerijärjestelmiin. Myös erityisiä paloturvallisuuden kannalta huomioitavia riskiryhmiä kuten iäkkäiden ihmisten asuntoloita ja koulurakennuksia on tarkasteltu. Raportteja, selvityksiä ja tutkimuksia on julkaistu erityisesti Yhdysvalloissa, Uudessa-Seelannissa, Iso-Britanniassa sekä Pohjoismaissa¹.

Paloturvallisuuteen liittyvät taloudelliset tarkastelut ovat pääosin keskittyneet hankkeiden kustannuksiin, eli kysymyksessä on usein pelkkä kustannusanalyysi siitäkin huolimatta, että tutkimus

¹ Mm. (Butry, Brown ja Fuller (2007); BRE (2004); NERA (2010); Wade ja Duncan (2001); Hasofer ja Ian (2008)

viittaisi kustannus–hyötyanalyysiin. Kustannusten lisäksi myös vaikuttavuutta on pyritty tarkastelemaan, mutta tutkimusten laatu on vaihdellut varsin paljon siitäkin huolimatta, että ennaltaehkäisevän paloturvallisuustyön vaikuttavuuden mittaaminen on koettu tärkeäksi jo 1970-luvulta lähtien (American Burning 1973). Luotettavien vaikuttavuusanalyysien puute sekä vaatimaton metodologinen kehitys on tunnistettu myös kansainvälisesti (Ray 1998; Ramachandran 1998).

Suurin osa aikaisemmista ennaltaehkäisevän työn vaikuttavuustutkimusta on toteutettu Yhdysvalloissa. Loppumuuttujina on yleensä seurattu muutoksia palokuolemissa ja rakennuspalojen määrässä. Koeryhmän valinta ei ole tapahtunut satunnaisesti ja havaintojen määrät ovat olleet yleensä suhteellisen vaatimattomia (Warda ym. 1999). Tarkastelut eivät ole yleensä sisältäneet kontrolloituja koejärjestelyjä ja muuttujina ovat olleet aggregaattitason alueelliset tilastot (Gallagher ym. 1985; Schwarz ym. 1993; Bablouzian ym. 1997).

Menetelmät ovatkin yleensä olleet tilastollisia ennen–jälkeen–tarkasteluja. Vaikuttavuutta on pyritty tarkastelemaan alueiden välillä tai erityyppisten rakennuspalojen välillä, jos tarkastelun kohteena on ollut tiettyyn kohderyhmään kohdistettu ennaltaehkäisevä ohjelma (Schaenman, Stambaugh, Rossomando, Jennings & Perroni 1990). Teknisten paloturvallisuuslaitteiden vaikuttavuusanalyyseissä on yleensä tarkasteltu keskimääräisiä rakennuspaloriskitasoja turvallisuusvarusteisten ja muiden rakennusten välillä (Butry ym. 2007; Wade & Duncan 2001).

Suomen pelastusallalla ei ole aiemmin sovellettu KHA- ja KVA-menetelmiä. Palvelujen vaikuttavuuden mittaamiseen ei ole myöskään valmiita, yleisesti hyväksyttyjä menetelmiä. Tämän johdosta palvelujen vaikuttavuudesta ei ole myöskään olemassa kelvollisia estimointituloksia, joita voitaisiin hyödyntää. Hankkeen yhtenä lähtökohtana onkin valita menetelmien soveltamisen kannalta parhaat edellytykset tarjoavat palvelumuodot, määritellä mahdolliset rajoitteet menetelmien soveltamisen kannalta ja tutkia miten rajoitteita olisi mahdollista vähentää. Vaikuttavuuden mittaamisen kannalta merkityksellistä on löytää tutkimusasetelma, joka täyttäisi mahdollisimman hyvin edellisessä luvussa esitetyt teoreettiset lähtökohdat ja huomioisi kustannusten, vaikuttavuuden ja hyötyjen takautuvasti toteutettavan arvioinnin.

Vaikuttavuuden mittaaminen voidaan toteuttaa monista eri lähtökohdista. Arviointitutkimuksen lähtökohdat eroavat merkittäväällä tavalla toisistaan riippuen siitä, onko kyseessä realistinen,

konstruktiivinen vai positivistinen tutkimusote. Realistisessa arviointitutkimuksessa kausaliteetin tarkastelu perustuu ilmiöiden perimmäisiin mekanismeihin, ja se on sekä kvalitatiivista että kvantitatiivista. Se nojaa geneerisen kausaliteetin käsitykseen, eli tarkastelussa toimintaa pyritään selittämään voimien ja vastavoimien pohjalta. Konstruktiivisen arviointitutkimuksen huomion kohteena ovat prosessit, ja se nojaa kvalitatiiviseen tarkasteluun. Positivistinen arviointitutkimus on kvantitatiivista ja kohdistuu toiminnasta aiheutuviin tuotoksiin, eli kausaliteettia tarkastellaan toiminnan välittömänä seurauksena.

Toiminnan ohjaamisen ja optimoinnin kannalta hankeen tavoitteena on tulosten yleistettävyyden ja mahdollisimman laajamittainen hyödynnettävyys. Tavoite edellyttää, että tarkastelu kattaa yksittäistä kohderyhmää (kuten ikäryhmää) tai kohdeyleisöä (kuten kouluastetta) suuremman populaation. Lisäksi vaikuttavuuden määrittely perustuu toiminnan tavoitteisiin eli rakennuspalojen ja palokuolemien vähentämiseen. Nämä tekijät yhdessä puolustavat positivistista arviointitutkimusta.

Pelastustoimeen kuuluu ennaltaehkäisevä työ (valvonta, valistus, koulutustoiminta, viestintä ja tiedotus) sekä operatiivinen pelastustoiminta. Tarkasteltavan palvelun valintaan vaikuttavat palvelujen määritelmällinen selkeys sekä relevantin tiedon saantiin liittyvät tekijät. Valistus ja koulutus koetaan tärkeäksi pelastustoimen palveluksi, jonka kiistämättömiä vaikutuksia ei kuitenkaan ole helppo mitata toiminnan kohdistumiseen ja vaikutusten seurattavuuteen liittyvistä ongelmista johtuen. Palvelun vastaanottajista tai toiminnan suorista vaikutuksista ei ole olemassa systemaattista tietoa. Lisäksi toiminnan sisällön määrittely ja mittarit vaihtelevat alueittain. Toimintaa ei ole ”tuotteistettu” niin, että sen volyymistä ja sisällöstä voitaisiin tehdä yleistettäviä johtopäätelmiä. Arviointi edellyttäisi laajaa kyselytutkimusta, jonka toteutus vaatisi systemaattista seuranta-aikaperiodin ajalta.

Viestintä- ja tiedotuskampanjat ovat samoin tärkeä osa pelastuslaitosten toimintaa ja niiden potentiaali onnettomuuksia ehkäisevänä toimintana on suuri. Erityisesti somessa tapahtuva viestintä voidaan kohdistaa ja suunnitella systemaattisesti ja kustannustehokkaasti. Tämänkin toiminnan vaikutusten mittaaminen edellyttää kuitenkin systemaattista ja etukäteen suunniteltua seuranta-aikaa viestin vastaanottajien tasolla esiintyvistä vaikutuksista palautekanavineen ja vuoropuheluineen hyödynsaajien ja palveluntuottajien välillä. Tarkastelu edellyttäisi summatiivista tutkimusta, jossa

vaikutuksia voitaisiin mitata konatiivisina, käyttäytymisessä tapahtuvina muutoksina. Tämä edellyttää kuitenkin varsin suurta tapauskohtaista tietoa, jonka hankintaan ei tämän hankkeen puitteissa ole mahdollisuuksia.

Operatiivinen pelastustoiminta on palveluna kaikkein näkyvin, tunnetuin ja resurssien määrällä tarkasteluna merkittävin pelastuslaitosten toimintamuoto. Pelastustoiminta on myös perinteisesti ollut tärkein kehittämisen ja tutkimuksen kohde. Toimintaan kohdistetuista resursseista sekä onnettomuuksien ominaisuuksista ja kohdistumisesta kerätään runsaasti systemaattista tapaustietoa. Lisäksi toiminnan vaikuttavuuden analogia on selkeä ja vaikutukset ovat suoria. Vaikuttavuutta voidaan mitata vahingon rajoittamisen määränä. Vaikuttavuus ei ole kuitenkaan luonteeltaan onnettomuuksia ennaltaehkäisevää, kuten muissa edellä mainituissa palveluissa vaan välitöntä, mikä tekee vertailun haasteelliseksi.

Valvonta on yksi merkityksellisimpiä ja resursseiltaan suurimpia ennaltaehkäisevän työn muotoja. Valvontasuoritteita pyritään myös mittaamaan systemaattisesti. Valvonnan kattavuus on erittäin suuri, sillä kaikki merkittävimmät rakennustyyppit ovat määräaikaisten palotarkastusten piirissä. Kerätty tieto sisältää runsaasti tietoa kohteiden ominaisuuksista, toiminnan kohdistumisesta ja sisällöstä. Vaikuttavuuden mekanismi on myös suhteellisen selvä, koska valvonnalla pyritään ehkäisemään rakennuspaloja ja onnettomuuden aiheuttamaa haittaa puuttumalla riskitekijöihin ennakolta.

Edellä esitettyjen havaintojen perusteella tarkoituksenmukaisimmiksi tarkastelukohteiksi valikoituvat ennaltaehkäisevään valvontatehtävään kuuluva määräaikainen palotarkastus ja operatiivinen pelastustoiminta. Näistä palveluista on kohtuudella saatavilla sellaisia tietoaineistoja, jotka sisältävät sopivia verrokkeja ja mahdollistavat laadukkaiden kontrollimuuttujien hyödyntämisen.

3 Määräaikainen palotarkastus

3.1 Määräaikaisen palotarkastuksen kustannukset ja vaikutukset

Valvonta- ja tarkastustoiminta on perinteinen ja ehkä tärkein ennaltaehkäisevän työn laji. Toiminta pyrkii vaikuttamaan yhdyskuntien toimintaympäristöön ja käyttöturvallisuuteen niin, että rakennuspaloista aiheutuisi mahdollisimman vähän haittaa.

Kustannukset, joita valvonnan toteuttaminen vaatii, koostuvat pääosin valvontaa suorittavan henkilön työajasta syntyvistä menoista. Kustannukset, jotka syntyvät kaluston käytöstä (polttoaineista, ajoneuvojen huoltokustannuksista, vakuutuksista jne.) voidaan jyvittää kustannuspaikoilleen laskennallisesti ja sisällyttää lopullisiin kustannusestimaatteihin. Laskennallisten erien sisällyttäminen laskelmiin aiheuttaa kuitenkin hajontaa, sillä kustannusrakenteet ja laskentatavat eroavat jonkin verran alueellisten pelastuslaitosten välillä.

Valvontaan kuluva työajassa esiintyy vaihtelua kohdetyyppien välillä, mutta myös kohdetyyppien² sisällä. Lisäksi vaihtelua syntyy kohteen määritelmällisestä raportoinnista. Useissa tapauksissa pääkohde on ainoa tilastollinen tarkastuskohde, ja kiinteistön muut rakennukset ovat alisteisia pääkohteelle, eli ns. alikohteita. Termistön käytössä on myös alueellisia eroja.

Kustannusten tarkka määrittely olisi mahdollista toimintopohjaisesta kustannuslaskennasta, mutta alueelliset pelastuslaitokset soveltavat kululajipohjaista kustannuslaskentaa. Tästä syystä valvonnasta syntyvien kustannusten määrittelyyn tarvittiin arviot valvontasuoritteen vaatimasta työajasta kohdetyyppitasolla ja arvio työtunnin kustannuksesta. Nämä ovat keskimääräisiä arvioita käytetystä ajasta ja työtunnin kustannuksesta, sillä kohdetyypin sisällä esiintyy paljon vaihtelua esimerkiksi tarkastuksen toteuttamiseen käytetyn henkilöstön tuntikustannuksissa. Resurssiarvio päätettiin toteuttaa asiantuntija-arvion pohjalta. Arviointilomakkeella pyydettiin arvioimaan valvonnan valmisteluun, toteutukseen ja valvonnasta seuraavaan jälkityöhön käytettyä aikaa

² Kohdetyyppiäottelu perustuu kansalliseen ohjeistukseen ”Ohje pelastuslaitoksen valvontasuunnitelmasta, 23.6.2011”

kohdetyyppikohtaisesti. Arvioita pyydettiin kuudelta eri alueelliselta pelastuslaitokselta³. Kyselyn tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: Asiantuntija-arvioon perustuva työajan keskimääräinen kustannus kohdeluokittain

Kohdetyyppi	Kokonais- aika (min)	Valmistelu (min)	Toteutus (min)	Jälkityöt (min)	Vastaus %	Kustannus (€)/ määräaikainen palotarkastus
A100	335	67	186	83	67 %	241 €
A105	272	53	154	66	67 %	196 €
A110	232	46	128	58	67 %	167 €
A115	270	53	152	66	67 %	195 €
A125	258	52	153	53	50 %	186 €
A130	236	48	135	53	67 %	170 €
A135	238	42	132	64	67 %	171 €
A140	195	36	104	55	67 %	140 €
A145	211	40	114	56	67 %	152 €
A200	205	36	118	51	67 %	148 €
A205	228	40	136	52	67 %	164 €
A210	248	44	157	48	50 %	178 €
A215	262	47	163	52	50 %	188 €
A220	211	40	121	50	50 %	152 €
A300	273	58	148	68	67 %	197 €
A305	189	34	108	47	67 %	136 €
A310	180	29	103	48	50 %	130 €
A315	212	38	123	52	50 %	152 €
A320	192	32	109	51	67 %	138 €
A325	182	36	94	51	67 %	131 €
A330	212	36	127	50	50 %	153 €
A335	255	42	155	58	50 %	183 €
A400	200	38	106	56	67 %	144 €
A410	232	40	138	54	50 %	167 €
A415	235	42	139	55	50 %	169 €
A420	233	40	139	55	50 %	168 €
A500	197	35	118	44	50 %	142 €
A510	170	24	100	46	50 %	122 €
A520	196	33	109	55	33 %	141 €
A600	214	35	129	50	50 %	154 €

³ Kyselyyn osallistuivat Pohjanmaan-, Keski-Suomen-, Pirkanmaan- ja Helsingin kaupungin pelastuslaitokset. Pirkanmaan pelastuslaitoksen vastaukset perustuivat muista poiketen kuuden asiantuntija-arvioiden keskiarvoihin.

Vertailukohdan Taulukon 1 arvioille tarjoaa Pirkanmaan pelastusalueella toteutettu selvitys tarkastettujen erityiskohteiden valvontaan kuluva työajasta (Mutikainen 2013). Arviot antavat kuvaa vaihtelusta, joka esiintyy ajankäytössä kohde- ja henkilötasolla.

Tulokset perustuvat Pirkanmaan pelastuslaitoksen käyttöönotettavaan IW-laaturjestelmään, josta erityiskohteiden valvontaan kuluva ajankäyttö on selvitettävissä kattavasti kohteen koon ja kohdetyypin mukaan ja varsinaisen valvontakäyntiin kuluvan ajan osalta. Valvonnan valmisteluun (0,25h + 0,25 x valvontakäyntiin kulunut aika), kohteeseen ja kohteesta siirtymiseen (0,75h) sekä valvontapöytäkirjojen ja tietojärjestelmän ylläpitoon (0,25h + 0,50 x valvontakäyntiin kulunut aika) kuluva työaika on arvioitu kokemusperäisesti. Näistä työvaiheista koostuva kokonaisaika muodostuu siis seuraavasti: 1,25h + 0,75 * valvontakäyntiin kulunut aika. Taulukossa 2 on esitelty pääluokittain ajankäytön arviot kohdetyyppien osalta.

Taulukko 2: Palotarkastuksen keston jakauma palotarkastusluokittain (Lähde: Mutikainen 2013)

Palotarkastusluokka	Suoritteet		Palotarkastuksen kesto				
	yht. kpl	< 0,5h	0,5-1h	1-2h	2-4h	4-8h	> 8h
Hoitolaitokset	106	1,9 %	18,9 %	51,9 %	24,5 %	2,8 %	0,0 %
Eriyisryhmien asuinrak.	51	0,0 %	39,2 %	56,9 %	3,9 %	0,0 %	0,0 %
Hotellit	21	0,0 %	14,3 %	61,9 %	23,8 %	0,0 %	0,0 %
Asuntolat	4	0,0 %	25,0 %	50,0 %	25,0 %	0,0 %	0,0 %
Lomakylät/leirintä-alueet tms.	14	0,0 %	28,6 %	42,9 %	28,6 %	0,0 %	0,0 %
Ravintolat	27	11,1 %	55,6 %	33,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Päiväkodit	102	9,8 %	58,8 %	27,5 %	3,9 %	0,0 %	0,0 %
Myymälät	60	1,7 %	30,0 %	60,0 %	8,3 %	0,0 %	0,0 %
Suurmyymälät ja kauppakeskukset	22	0,0 %	0,0 %	45,5 %	40,9 %	13,6 %	0,0 %
Oppilaitokset	95	3,2 %	29,5 %	40,0 %	25,3 %	2,1 %	0,0 %
Urheilu- ja näyttelyhallit	13	7,7 %	15,4 %	38,5 %	38,5 %	0,0 %	0,0 %
Huvi- tai de ja muut kok./liiketilat	57	1,8 %	31,6 %	54,4 %	10,5 %	0,0 %	1,8 %
Tavanomainen teollisuus ja varast.	267	0,7 %	26,6 %	46,8 %	22,5 %	3,4 %	0,0 %
Suurteollisuus	22	0,0 %	4,5 %	36,4 %	40,9 %	18,2 %	0,0 %
Suuret ja korkeat varastot	5	0,0 %	20,0 %	80,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Maataloustuotantotilat	1	0,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Palo- ja räjähdysvaaralliset huoneistot	19	0,0 %	15,8 %	47,4 %	31,6 %	5,3 %	0,0 %
Jakeluasemat	4	0,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Tstot (paloilm)	20	0,0 %	20,0 %	70,0 %	10,0 %	0,0 %	0,0 %
Autosuojat (paloilm)	16	0,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Eriyiskäyttö (paloilm)	20	0,0 %	20,0 %	60,0 %	20,0 %	0,0 %	0,0 %
Kulttuurihist. kohteet (paloilm)	6	0,0 %	33,3 %	33,3 %	16,7 %	16,7 %	0,0 %
Yht.	952	2,4 %	31,1 %	45,8 %	18,2 %	2,4 %	0,1 %

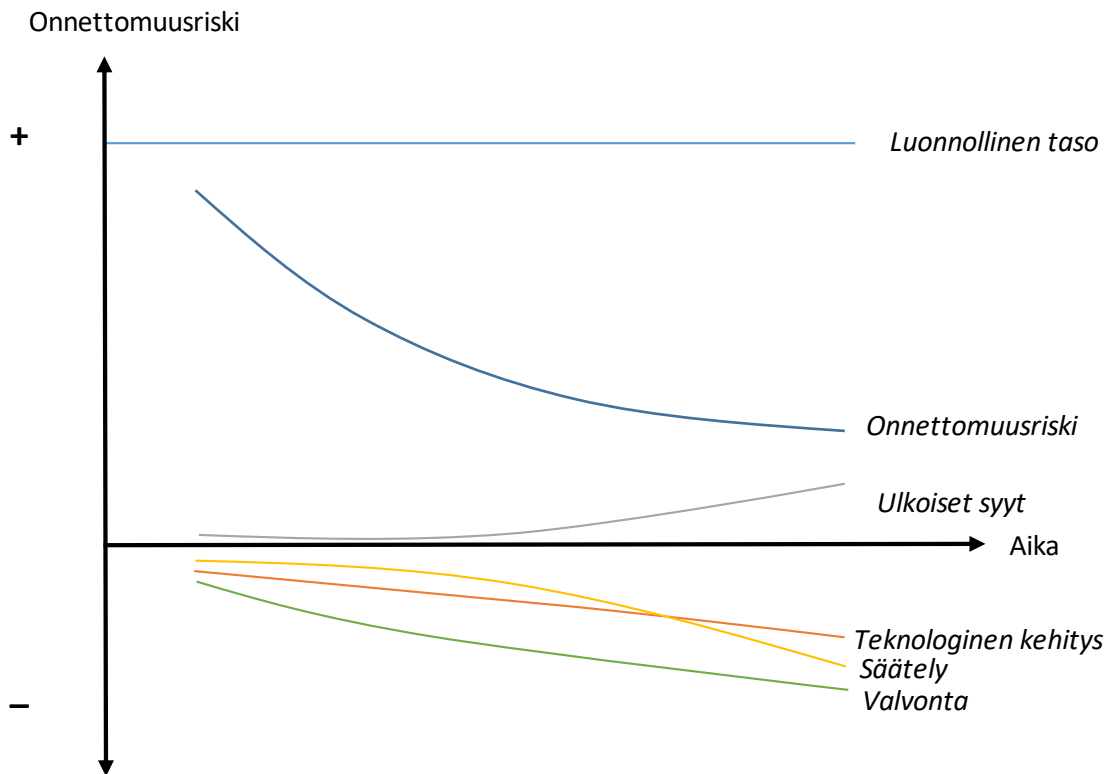
Myös Helsingin pelastuslaitoksen toiminnanohjausta varten luodussa turvallisuuspistetaulukossa arvioidaan ajankäyttöä erilaisissa valvontakohteissa. Toiminnanohjausta ja suunnittelua varten suunniteltu taulukko ei kuitenkaan sovellu täysin kustannusten arvioimiseen valvonnan osalta, sillä sen valvontakohteiden luokittelussa on käytetty kohdetyyppiluokituksesta eroavaa luokittelua. Valvonnan toteutukseen sisältyvän ajankäytön lisäksi työajan hintaa on arvioitu erikseen Helsingin pelastuslaitoksen alueella. Työnantajalle palotarkastustoiminnasta aiheutuva kustannus pitää sisällään kaikki toiminnasta aiheutuvat kulut riippumatta siitä, kuinka paljon palotarkastuksia suoritetaan ja miten tarkastusmäärä vaihtelee henkilöittäin. Mukaan on laskettava myös mm. toiminnanohjauksen kulut.

Työaikakustannusten arvioimiseen on käytetty vuoden 2015 ensimmäisen 10 kuukauden kulukertymää ja seuraavia pohjatietoja: *Kokonaiskulut* (3 801 177€), *Palkat ja sivukulut* (2 688 426€), *Muut kulut* (1 112 751€) ja *Muut kulut henkilökuluista* (41,4 %). *Muut kulut* on otettu toimintolaskennasta, jossa kaikki pelastuslaitoksen kulut on vyörytetty palvelutuotantoon. Luokka pitää siis sisällään kaikki onnettomuuksien ehkäisytoimintaan välittömästi kohdennetut aine- ja palvelukulut sekä välilliset ja välittömät yleiskustannukset kaikista tukitoiminnoista. Estimaatti kertoo siis yhden palotarkastajan arvioidun tuntihinnan. Laskelman pohjana on käytetty kuukausipalkkaa (3290€), viikkotyöaikaa (38,15h), tuntipalkkaa (21,6€/h), lomakerrointa (1,06), sivukuluja (33,4%) ja muita kuluja (12,7€). Valvonnan tuntihinta on kaikki kulut huomioiden 43,20 €.

Pelastustoimen ennaltaehkäisevään valvonta- ja tarkastustoimintaan liittyy kiinteästi rakennus- ja paloturvallisuutta edistämään pyrkivä säätely, jonka noudattamisen seurannasta siinä on paljolti kysymys. Ennaltaehkäisevä toiminta on varamusti tärkein, mutta ei suinkaan ainoa paloturvallisuuteen vaikuttava tekijä. Paloturvallisuus on kehittynyt myös toimintaympäristön ulkoisista muutoksista johtuen. Näitä ovat esimerkiksi rakennustekninen kehitys (kuten paloturvallisten rakennusmateriaalien yleistuminen), kulutustavaroiden ja -tottumusten muutos (kuten palovaarallisten laitteiden ja kulutustavaroiden korvaaminen paloturvallisilla), alkoholin käyttöön liittyvät kulutustottumukset, väestörakenteen muutos (kuten ikääntyminen ja maahanmuutto) ja muut vastaavat kehityskulut.

Pidemmän aikavälin vaikuttavuuden arvioiminen edellyttää suhteellisen tarkkoja tietoja rakennuskannan ja rakennuksessa tapahtuvan toiminnan sääntelystä, eli paloturvallisuuteen vaikuttavista määräyksistä ja ohjeistuksista eri vuosikymmenten aikana. Toimintaympäristön ulkoisista muutoksista johtuvan paloturvallisuusvaikutuksen kvantitatiivinen mittaaminen on kuitenkin nykyisten tietolähteiden perusteella hyvin vaikeaa, ja sitä voidaan arvioida lähinnä kvalitatiivisin menetelmin. Tässä työssä nämä arvioinnit sivuutetaan.

Pitkällä aikavälillä säätely, valvonta- ja tarkastustoiminta sekä toimintaympäristön oma kehitys ovat yhdessä epäilemättä vähentäneet rakennuspalojen ja rakennuspalovaarojen määrää. Kuvio 1 havainnollistaa paloturvallisuuden paranemiseen ajassa vaikuttavia tekijöitä periaatteellisella tasolla.



Kuvio 1: Paloturvallisuuden kehittymiseen vaikuttaneet tekijät

Kuviossa 1 oletetaan yksinkertaisuuden vuoksi, että on olemassa ajasta riippumaton ns. luonnollinen riskitaso, johon erilaiset syyt vaikuttavat sitä kasvattavasti (positiivisella alueella) tai alentavasti

(negatiivisella alueella). Näiden syiden nettovaikutuksesta *Onnettomuusriski*-kuvaaja on aleneva. Paloturvallisuus on epäilemättä parantunut rakennus- ja paloturvallisuusmääräysten⁴ tiukentumisen ja niiden noudattamisen valvonnan ansiosta. Valvonnan marginaalinen vaikutus on todennäköisesti ollut suurempi aiemmin, kun rakennusten paloturvallisuus on ollut lähtötasoltaan heikkoa. Määräysten ja ohjeistuksen valvonta on tuolloin ollut tärkeämpää niiden noudattamisen ja toimeenpanon takaamiseksi, ja paloturvallisuusmääräysten vaikutus on ollut sidoksissa valvontatyöhön. Ilman säätelyn kehittymistä myös valvonnan vaikuttavuus olisi oletettavasti matalampi. Teknologian kehittämisellä, eli uusien paloturvallisten rakennus- ja sisustusmateriaalien ja turvallisempien sähkölaitteiden, palovaroittimien ja sprinklerjärjestelmin yleistymisellä on oletettavasti ollut paloturvallisuutta parantava vaikutus.

Paloturvallisuutta heikentäviä ulkoisia vaikutuksia ovat esimerkiksi sosiaalinen segregoituminen, kovien päihteiden käytön kasvu ja toimintarajoitteisten kansalaisten avohoidon lisääntyminen. Toisaalta esimerkiksi koulutustason paraneminen ja paloturvallisuustiedon saannin helpottuminen on pienentänyt riskiä. Myös talouden suhdanteet vaikuttavat varsinkin tahallisten palojen riskiin, mutta Kuviossa 1 syklistä vaihtelua ei ole otettu huomioon. *Ulkoiset syyt* –kuvaaja esittää nettovaikutukseltaan riskiä kasvattavaksi oletettua vaikutusta.

Määräaikaisen palotarkastuksen vaikuttavuus perustuu sen sisältöön ja kohdistamiseen. Valvontatoimenpiteen sisältöön kuuluu, että kohteen riskitekijät havaitaan ja ne joko poistetaan kokonaan tai niitä pyritään ainakin merkittävästi vähentämään. Valvonnalla pyritään vähentämään toiminnan riskejä, jotka vaihtelevat kohteittain. Vaikutus vaihtelee luonteeltaan riippuen kohteesta ja kohteen sisältämisistä riskitekijöistä. Olemassa oleviin riskitekijöihin puuttuminen vähentää suoraan palovahingon toteutumisen odotusarvoa, mutta samalla valvonnalla pyritään vaikuttamaan kohteen paloturvallisuusriskiin paloturvallisuuskulttuuriin ja ympäristön sisältämiin paloriskeihin vaikuttamalla.

Paloturvallisuuskulttuuria pyritään parantamaan turvallisuustietoisuutta ja -motivaatiota lisäävällä valistuksella ja neuvonnalla. Suoran ja epäsuoran vaikutuksien seuraaminen edellyttäisi systemaattista ja jatkuvaa arviointia, sillä turvallisuuskulttuurin muutoksen ja sen pysyvyyden

⁴ Rakennus- ja paloturvallisuusmääräyksillä ja ohjeistuksilla tarkoitetaan erityisesti E1 Suomen rakentamismääräyskokoelmaa (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 2002).

mittaaminen on erittäin vaativaa. Paloturvallisuuskulttuurin muutoksesta seuraavaa pitkäaikaistavaikutus oletetaan tässä tarkastelussa ajansuhteen väheneväksi. Suoran vaikutuksen arvioiminen tarjoasi paremman ymmärryksen valvonnan ennaltaehkäisevästä vaikutuksesta. Auditoiva palotarkastus on yksi merkittävä askel, joka tuo omalta osaltaan hyödynnettävää lisätietoa valvonnan suorista vaikutuksista. Valitettavasti kerättyä tutkimusaineistoa, joka kertoisi kohteessa tapahtuneesta muutoksesta ei ole käytettävissä. Mm. määräaikaisen tarkastuksen yhteydessä havaittujen paloturvallisuuspuutteiden korjausmääräysten toteuttamisen seuraaminen antaisi tietoa tarkastuksen suorista vaikutuksista. Keski-Uudenmaan pelastusalueella määräysten toimeenpanoa on alettu seuraamaan järjestelmällisesti vuoden 2014 keväästä alkaen, mutta sen tuottama informaatio ei sovellu vielä tässä hankkeessa tarkastellun ajanjakson (2008-2014) aineiston tarkasteluun.

Palotarkastusten kohdistaminen on toinen valvonnan vaikuttavuuden tekijä. Paloturvallisuuteen vaikuttavia riski- ja taustatekijöitä on paljon, joten valvonnan toteuttajan näkökulmasta kohdetyyppien välillä ja niiden sisällä on suurta vaihtelua. Riskien määrittämiseen pyrkivä riskianalyysityö on merkittävässä osassa, kun toimenpiteitä kohdistetaan pelastusalueen rakennuksiin. Onnistunut riskienarviointityö ohjaa valvontasuoritteet sellaisiin kohteisiin, joiden potentiaaliseen paloriskiin voidaan eniten vaikuttaa.

Vuosien 2008-2014 aikana on tapahtunut muutamia merkittäviä lainsäädännöllisiä tai toimintatapoihin liittyviä muutoksia. Näitä ovat esimerkiksi muutokset valvontaväleissä kohdetyypin sisällä ja kohdetyyppien välillä (Pelastuslaki 379/2011). Muutokset sinänsä on helppo paikallistaa ajallisesti, mutta niiden toimeenpanossa saattaa kuitenkin olla vaihtelua yksikkö- ja aluetasolla. Muutos tarkastusvälistä toiseen tietyssä kohdetyypissä ei tapahdu välttämättä heti, koska vuosittainen valvontasuoritteiden määrä on suhteutettava valvonnan resursseihin. Valvontasuoritteiden määrä voi siis vaihdella vuosittain merkittävästi. Samoin alueiden välillä on oletettavasti eroja muutosten toimeenpanossa, mikä näkyy esimerkiksi alueellisten pelastuslaitosten valvontasuunnitelmista.

Kohteiden tarkastusvälien pituuteen vaikuttavat tekijät ovat erilaisia eri pelastusalueilla. Esimerkiksi Helsingin pelastuslaitoksen alueella kohteen riskiluvun muutos, eli auditoidun palotarkastuksen perusteella havaittu riskitaso, määrittelee osittain tarkastusväliä. Riskiluvun heikentyessä kohteen

tarkastusväliä arvioidaan uudelleen, mutta pelastuslaitoksen valvonta-asiantuntijoiden mukaan tämä ei kuitenkaan ole kovin yleistä. Toisin sanoen tarkastusvälin muutokset riskiarvioihin perustuen ovat suhteellisen vähäisiä suhteessa valvontakohteiden kokonaismäärään. Muista alueista poiketen Helsingissä arvioidaan kohteen kriittisyysluokka, jonka tarkoituksena on arvioida kohdetta henkilöriskin, taloudellisten tekijöiden ja kulttuurisen arvon perusteella. Helsingin pelastuslaitoksella kohteet on jaettu kohdetyypeittäin neljään kriittisyysluokkaan (Helsingin kaupungin pelastuslaitos, Onnettomuuksien ehkäisytyön toimintasuunnitelma 2015). Luokituksen tekevät pelastuslaitosten asiantuntijat, minkä vuoksi luokituksissa saattaa olla alueellisia eroja asiantuntijanäkemyksistä ja käytössä olevista auditoivista valvontamalleista johtuen.

Edellä mainituista vaihtelusta johtuen aineiston analysointi on tehtävä erityisellä huolella. Yhtäältä on tutkittava erilaisia ratkaisuja luotettavan havaintoaineiston rakentamiseen, ja toisaalta on kokeiltava erilaisia mallintamistapoja.

3.2 Palotarkastusten kustannus-vaikuttavuuden arviointi

3.2.1 Aineiston kuvailu

Toimenpiteiden vaikuttavuus on arvioitava sekä kustannus-hyöty- että kustannus-vaikuttavuusanalyysissa, ja varsinkin jälkimmäisessä vaikuttavuusestimaattien on oltava varsin tarkkoja. Estimaatit esittävät toimenpiteen marginaalista vaikuttavuutta, mutta itse toiminnan sekä siitä riippumattomien tekijöiden keskimääräinen vaikuttavuus paloturvallisuuteen on arvioitava myös pidemmällä aikavälillä. Molemmat todennäköisesti muuttuvat keskipitkällä aikavälillä, ja valvontasuoritteiden vaikuttavuus voi hyvinkin ulottua myös pitkälle tulevaisuuteen.

Vaikuttavuuden mittaamisen kannalta hyvin suunniteltu ja usean vuoden pituinen koejärjestely olisi teoriassa luotettavin tapa kausaliteetin havaitsemiseen. Suomessa lakisääteiset valvontatoimet perustuvat alueelliseen tasapuolisuuteen, joten luotettavan koejärjestelyn toteuttaminen ei ole mahdollista valvonnan kattavuutta vähentämällä. Sen sijaan valvonnan panostuksia kasvattamalla voidaan tuottaa koejärjestely, jonka pohjalta vaikuttavuuseroja voitaisiin ainakin teoriassa havaita.

Tämän tyyppisen tarkastelu- ja koetilanteen kustannukset voisivat karkeasti arvioiden olla noin 50–100% alueen määräaikaisten palotarkastusten nykyisestä kustannuksesta.

Analyysityön resurssien näkökulmasta on usein järkevää tyytyä aikaisempaan tutkimustietoon.

Valitettavasti olemassa olevat ennaltaehkäisevien palvelujen vaikuttavuustutkimukset eivät tarjoa riittävän luotettavia tai yleistettäviä vaikuttavuusestimaatteja, jotka soveltuisivat Suomessa toteutettavan valvonnan vaikuttavuuden arvioimiseen.

Edellä mainittujen syiden vuoksi tarvitaan uudenlaista lähestymistapaa ennaltaehkäisevien palvelujen vaikuttavuuden mittaamiseksi. Tämän tutkimuksen analyysipohjana käytetään rakennuskohtaisista muuttujista koostuvaa paneeliaineistoa, jota testataan tilastollisella fixed effect -mallilla.

Paneeliaineiston ja analyysimenetelmän soveltaminen edellyttää, että tarkastelujakson aikana on tapahtunut yksikkötasolla vaikuttavia toimenpidemuutoksia. Menetelmä pyrkii havaitsemaan muutoksista syntyneitä vaikutuksia verrattuna tilanteeseen, jossa toimenpiteissä ei ole havaittu muutoksia.

Käytettävä tilastoaineisto on koostettu paneeli muodossa. Paneeliaineisto muodostuu useilta aikaperiodeilta kerätyistä, samaa tarkasteluyksikköä koskevista toistuvista havainnoista. Kun yksikköjoukkoa tarkastellaan yksikkökohtaisesti, tiettyjä kehityskulkuja ja niiden syitä voidaan analysoida tarkemmin menetelmin, kuin yksittäisiä aikasarja- tai läpileikkausaineistoja. (Hsiao 2004.)

Koska paneeliaineisto mahdollistaa yksikkötasoisien analysoinnin, tarkasteltavan muutoksen (kuten tulipalojen vuosittaisen esiintymisen) syyt voidaan määrittää ja eritellä aikasarja- ja poikkileikkausaineistoa tarkemmin. Toinen merkittävä etu verrattuna yksittäisten pitkittäis- ja poikkileikkausaineistojen analysointiin on vähäisempi tarve rajauksiin ja olettamuksiin sekä tarkastelukohteen historiaan ja siihen vaikuttaneisiin tapahtumiin, että analyysimenetelmien ominaisuuksiin liittyen. Mahdollisuus ottaa estimoinnissa huomioon havaitsemattomat tai vaikeasti mitattavat muuttujat ovat paneeliaineistojen analyysimenetelmien kiistaton etu. (Hsiao 2004.)

Paneeliaineisto on koostettu vuosille 2008–2014 niin, että se on mahdollisimman pitkä ja yhdenmukainen. Alkamisvuosi on 2008, koska onnettomuustilastoinnissa tapahtui tuolloin huomattavia muutoksia. Paneeliin kuuluu tietoja kohteiden ominaisuuksista niiden koko elinkaareltä, kuten rakennusluokituksen mukaisesta rakennustyyppistä, rakennusvuodesta ja sijainnista, se kä

tietojen yhdistämiseen tarvittavista ns. avainmuuttujista kuten kiinteistö- ja rakennustunnuksesta. Nämä taustatiedot on koottu alueellisten pelastuslaitosten käytössä olevista Väestörekisterikeskuksen rakennustietokannan tiedoista.⁵ Viideltä alueelta Keski-Uusimaa (KUP), Pirkanmaa (PM), Helsinki (HKI), Keski-Suomi (KS) ja Pohjanmaa (PMAA) kerätyt rakennustiedot koostuvat yksittäisistä kuntatiedoista ja kahdeksasta eri tietotaulusta, jotka sisältävät yhteensä 169 muuttujaa. Aineisto sisältää yhteensä 825 786 rakennustietoa ja 1 221 358 huoneistotietoa.

Onnettomuustiedot on poimittu valtakunnallisesta onnettomuus- ja resurssitietokannasta (Pronto). Poiminta on tehty suoraan käyttöliittymän kautta. Poiminta sisältää yhteensä 12 921 onnettomuustapausta, joista rakennuspaloja on 5749 ja rakennuspalovaaroja 7172 tapausta.

Toimenpiteistä kertova historiatieto on saatu Merlot-tietokannasta. Periaatteessa aineisto on saatavissa ilmaiseksi suoraan Merlot-käyttöliittymästä, mutta haun enimmäiskoko- ja muuttujamäärärajoitteet sekä tarve isäntäkuntien, tietojärjestelmän ylläpitäjän ja pelastuslaitosten koordinointiin käyttöoikeuksien saamiseksi ja datayhteyksien rakentamiseksi tekevät poiminnasta työlästä. Sen vuoksi poiminta on toteutettu suoraan tietojärjestelmän ylläpitäjäyhteyden tietokannasta. Yrityssalaisuuden piiriin sisältyneet tietokantakuvaukset eivät olleet käytettävissä poiminnan suunnittelun tukena, minkä vuoksi poiminta on tehty asiantuntija-arvioiden pohjalta. Maksullisen poiminnan kyseessä ollen myös kustannusrajoite on rajannut potentiaalisesti hyödynnettävissä olevien tietojen määrää.

Toimenpiteisiin liittyvä poiminta kattaa valvontatoimenpiteen tyypin ja ajankohdan, valvonnan suorittajan, katuosoitteen, kohdeluokituksen sekä rakennus- ja kiinteistötunnuksen. Poiminta sisälsi myös tiedot rakennuksessa olevasta asukasmäärästä ja mahdollisesta henkilöstöstä yöllä ja päivällä, mutta nämä tiedot osoittautuivat laadultaan käyttökelvottomiksi. Yhteensä poiminta sisältää 352 551 erillistä toimenpidettä, joista 255316 on määräaikaista palotarkastuksia. Niistä 61842 on kohdistunut erityiskohteisiin⁶. Poimituista tiedoista on koottu kohdetyyppikohtaiset paneelit valtakunnallisen kohdeluokituksen ohjeen ja vuoden 1994 rakennusluokituksen mukaan. Paneeliaineisto muodostuu kullakin alueella sijaitsevien rakennusten valvontatoimenpide- ja onnettomuushavainnoista ja

⁵ Tietojen saanti suoraan Väestörekisterikeskuksesta olisi ollut laillisuussyistä hankalaa ja kallista.

⁶ Erityiskohteilla tarkoitetaan tässä kansalliseen ohjeistukseen sisältyviä kohdetyyppejä. Katso: Ohje pelastuslaitoksen valvontasuunnitelmasta, 23.6.2011

valtakunnallisen rakennustietokannan rakennuskohteista. Taulukkoon 3 on koottu Merlot-aineiston kohdeluokat.

Taulukko 3. Merlot-aineiston kohdeluokat

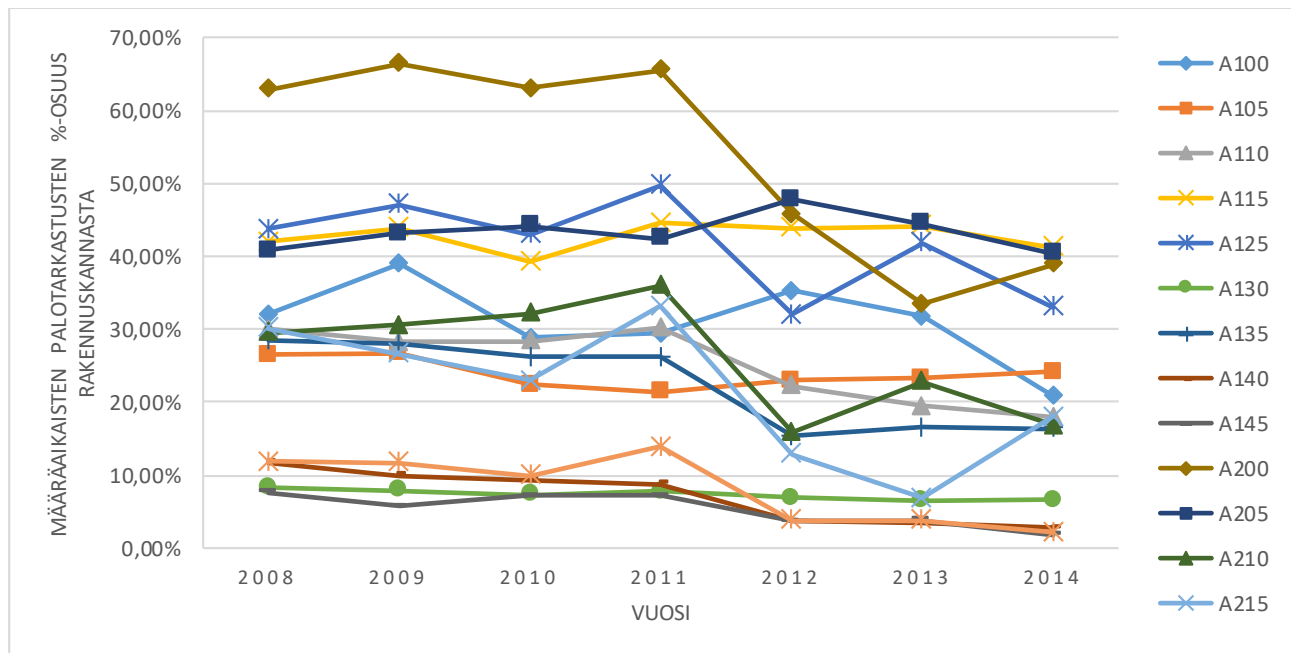
Merlot-kohdetunnus	Merlot-kohdetyyppi
A100	Keskussairaalat, muut sairaalat
A105	Terveyskeskusten vuodeosastot
A110	Terveydenhuollon erityislaitokset ja vastaavat
A115	Vanhainkodit, kehitysvammaisten hoitolaitokset
A125	Tuettu asuminen, senioritalot ja vastaavat
A130	Lasten- ja koulukodit, vankilat, ymp. Vrk
A135	Hotellit, loma-, lepo-, virkistyskodit yms.
A140	Vuokra lomamökit ja -osakkeet, leirintäalueet
A145	Asuntolat, muut asuntolarakennukset
A200	Päiväkodit
A205	Yleissivistävät oppilaitokset
A210	Keskiasteen oppilaitokset
A215	Korkeakoulut ja tutkimuslaitokset
A220	Muut opetusrakennukset
A300	Liike- ja tavaratalot, myymälähallit, kauppakeskukset
A305	Anniskeluravintolat
A310	Ruokaravintolat
A315	Teatteri- ja konserttirakennukset
A320	Kirjastot, museot, näyttelyhallit
A325	Uskonnollisten yhteisöjen rakennukset
A330	Muut kokoontumisrakennukset
A335	Liikenteen rakennukset
A400	Energiatuotannon rakennukset
A410	Teollisuushallit ja muut teollisuuden rakennukset
A415	Teollisuus- ja pienteollisuustalot
A420	Varastorakennukset
A500	Maatalousrakennus, AVI:n ympäristölupa
A510	Erilliset viljankuivaamorakennukset
A520	Muut maataloustuotantorakennukset
A600	Toimistot, työpaikkatilat
011	Yhden asunnon talo
012	Kahden asunnon talo
013	Muu erillinen pientalo
021	Rivitalo
022	Ketjutalo
032	Luhtitalo
039	Muu asuinkerrostalo

Ohjeenmukaisia A-luokkia on yhteensä 37, joista päähuomio kiinnittyy kohdeluokkiin A1-A4 sekä asuinkohteisiin. Vapaa-ajan rakennukset ja erilliset talousrakennukset jätetään tarkastelun ulkopuolelle. Kohdeluokassa *Palvelutalot ja ruokaravintolat* paneeliaineiston rakentaminen ei ole mahdollista, sillä luokan määrittely on valtakunnallisessa ohjeessa puutteellinen (Ohje pelastuslaitoksen valvontasuunnitelmasta, 23.6.2011).

Asuinkohteet sisältävät kaikki vuoden 1994 rakennusluokituksen mukaiset asuintalot, eli 011 *Yhden asunnon talot*, 012 *Kahden asunnon talot*, 013 *Muut erilliset pientalot*, 021 *Rivitalot*, 022 *Ketjutalot*, 032 *Luhtitalot* ja 039 *Muut asuinkerrostalot*.

Paneelit on muodostettu erityistyyppikohtaisesti, jotta tarkasteltavan joukon perusominaisuudet (kuten käyttötavat) olisivat mahdollisimman lähellä toisiaan. Kohdetypit eroavat perusominaisuuksiltaan erityisesti tilojen käytön, mutta myös rakennustyyppin mukaan. Tilojen käyttö vaihtelee esimerkiksi käyttäjien vaihtuvuuden ja käyttäjäprofiilin (esimerkiksi vastuullisuuden) vuoksi. Joissakin kohdetyypeissä henkilökunnan luonnollinen vaihtuvuus voidaan olettaa suuremmaksi kuin toisissa. Toisaalta voidaan myös olettaa toimenpiteiden sisällön ja ominaisuuksien vaihtelevan saman kohdetyyppin sisällä, sillä kohdetyyppien välillä on luonnollisesti eroja mm. rakennuksessa käytettävän teknologian sekä henkilökunnan koulutustaustan suhteen. Paneelien muodostaminen eri tietoaaineistoja yhdistämällä vaihtelee jonkin verran kohdetyypistä riippuen.

Aineiston havainnot muodostavat kohdetyyppikohtaisia paneeliaineistoja. Vuositasolla tarkasteluna voidaan tehdä havaintoja valvonnan määrästä ja sen vaihtelusta, mitä esimerkiksi fixed effect-menetelmän soveltaminen edellyttää. Kuvio 2 esittää kohderyhmiin A1 ja A2 kuuluviin kohdetyyppeihin kohdistettujen määrääikaisten palotarkastusten vaihtelua.

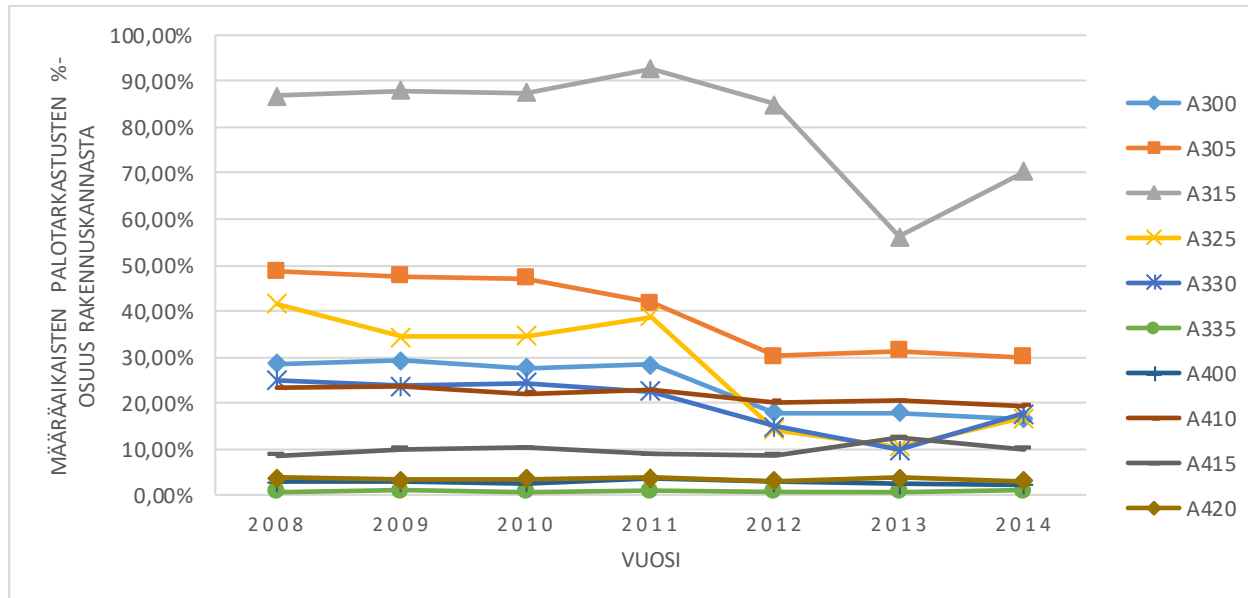


Kuvio 2: Määräaikaisten palotarkastusten vaihtelu kohdetyypeissä A1 ja A2

Kuviosta 2 näkyy, että useimmissa kohdetyypeissä voidaan havaita merkittävää vuosivaihtelua tarkastettujen kohteiden osuuksissa. Suurin trendimuutos on tapahtunut vuoden 2011 jälkeen, jolloin osuudet ovat pääsääntöisesti laskeneet. Osuuksien suhteelliset jakaumat antavat mahdollisuuden tarkastella aineiston luotettavuutta vertaamalla tarkastamattomien kohteiden osuutta ohjeelliseen tarkastusväliin, minkä perusteella voidaan arvioida laskennalliset odotetut jakaumat.

Valitettavasti vaihteluhavaintoon liittyy tilastollisia puutteita. Yksinkertaistettuna 12 kuukauden tarkastusväli merkitsee, että tarkastettujen kohteiden osuuden tulisi vuositasonla lähestyä 100 prosenttia. Aineiston perusteella näin ei kuitenkaan ole, koska siihen sisältyy paljon alisteisia kohteita, minkä vuoksi aineistosta puuttuu tilastoimattomia määräaikaistarkastuksia. Erityisen ongelmallisia kohdetyyppinä ovat A220, A130, A140 ja A145, joissa tarkastettujen kohteiden osuus vuositasonla painuu alle 10 prosentin. Tarkastamattomien kohteiden korkean osuuden lisäksi myös vähäinen vuosivaihtelu vaikuttaa estimointitulosten kelpoisuuteen.

Kohderyhmien A3-A4 kohteiden osalta voidaan havaita vastaavia epäjohtonmukaisuuksia. Erityisesti kohdetyypeissä A335, A400 ja A415 tarkastettujen kohteiden osuus on alle neljä prosenttia (mikä tarkoittaisi noin 240 kuukauden mittaisia tarkastusvälejä). Kuvio 3 havainnollistaa vaihtelua.



Kuvio 3: Määräaikaisten palotarkastusten kohdistumisen vuosivaihtelu luokissa A3 ja A4

Matalan tarkastusosuuden lisäksi kohdetyyppien A335, A400, A415 ja A420 vuosivaihtelu on varsin olematonta, mikä indikoi vähäisiä muutoksia havaintoaineiston sisällä. Lupaavimmat kohdetyypit vaihtelun ja tarkastusosuuden suhteen ovat A315, A305 ja A325, joi den osalta voidaan havaita selvä trendimuutos vuoden 2011 jälkeen.

3.2.2 Aineistojen yhdistämisen haasteet

Aineistojen yhdistäminen tarkoittaa sekä eri tietolähteistä poimittujen tietojen yhdistämistä, että saman tietolähteen havaintojen yhteensovittamista. Merlot-aineisto sisältää havaintoja viideltä eri alueelliselta pelastuslaitokselta, jotka käyttävät alueen omiin tarkoituksiin muokattua tietokantaa. Lisäksi toimintatavat eroavat alueellisesti, mikä aiheuttaa huomattavia alueidenvälisiä eroja toimenpiteiden kirjaamisessa.

Aineisto sisältää yhteensä 56 erilaista valvontatoimenpidetyyppiä alueellisen vaihtelun ollessa 16 toimenpidetyypistä 33 tyyppiin. Kirjatut valvontatoimenpidetyypit sisälsivät jo käytöstä poistuneita

toimenpiteitä, yksittäisen alueen omiin käyttötarkoituksiin soveltuvia toimenpideluokkia sekä useita sisällöltään samoja toimenpiteitä, jotka on nimetty eri tavalla. Alueellisten pelastuslaitosten henkilökunnan ja erityisesti Merlot-pääkäyttäjien kanssa käytyjen keskustelujen perusteella suurimmat valvontatoimenpidetyypit pystyttiin harmonisoimaan. Viisi suurinta valvonnan toimenpidetyypistä vastaavat noin 94 prosenttia aineiston toimenpiteistä (taulukko 4.)

Taulukko 4: Yhteensopivat toimenpiteet viidellä pelastustoimen alueella

Tarkastuslaji	Havaintojen lukumäärä	Osuus (%) havainnoista	Sisältää toimenpiteet viideltä alueelta				
Määräaikainen palotarkastus*	255316	73,40 %	KS	PMAA	PM	KUP	HKI
Omaavalvonta**	43991	12,65 %	KS	PMAA	PM	KUP	HKI
Ylimääräinen palotarkastus	11269	3,24 %	KS	PMAA	PM	KUP	HKI
Eriytynen palotarkastus	10155	2,92 %	KS	PMAA	PM	KUP	HKI
Jälkipalotarkastus***	7228	2,08 %	KS	PMAA	PM	KUP	HKI

* Sisältää yleisen palotarkastuksen (KUP, KS, PMAA; PM) ja määräaikaisen palotarkastuksen (HKI)

** Arviolta noin muutamien tuhannen havainnon virhe, jota ei ole korjattu aineistoon

*** Sisältää jälkitarkastuksen (HKI)

Toimenpiteiden kirjaamiskäytäntöjen kirjavuuden lisäksi alueiden välillä esiintyy eroja myös valvontakohteiden kirjaamisessa. Alkuperäinen aineisto sisältää peräti 122 erilaista valvontakohdetyyppejä, mikä selittyy osittain aluekohtaisiin tarpeisiin luoduista erityiskohdetyypeistä. Suuri osa kohdetyypeistä edustaa jo käytöstä poistuneita tyyppejä. Joillakin alueilla vanhat kohdetyypit ovat poistuneet tietojärjestelmän päivityksen yhteydessä, ja muutokset ovat siirtyneet myös aikaisempien vuosien kirjauksiin. Joillakin alueilla näin ei ole tapahtunut, ja joidenkin alueiden sisällä kohdetyyppien käyttöä on jatkettu. Tämä aiheuttaa ongelmia paneeliaineiston kokoamisessa, sillä virheelliset ja vanhat kohdetyypit jäävät tarkastelun ulkopuolelle.

Merlot-aineiston yhdistäminen rakennustietokantaan tapahtuu suhteellisen suoraviivaisesti, sillä se hyödyntää rakennustietokannan tietoja, joten rakennus- ja kiinteistötunnukset ovat yhteensopivia. Sen sijaan Merlot-aineiston kohdetyypimäärittelyn rakennusluokitus aiheuttaa ongelmia erityiskohdetyypikohtaisen paneeliaineiston muodostamisessa. Rakennustietokannan havainnot sisältävät 77 erilaista käyttötarkoitukseluokkaa, joista suuri osa ei sisälly vuoden 1994 rakennusluokituksen rakennustunnuksiin. Rakennusluokituksen ja rakennustietokannan rakennustyyppierot estävät joidenkin rakennusten sisällyttämisen paneeleihin.

Paneeliaineiston kolmas keskeinen tieto koskee kohteissa havaittuja onnettomuuksia, joista mukaan on otettu rakennuspalot ja rakennuspalovaarat. Onnettomuustapaukset on poimittu PRONTO:sta. Taulukossa 5 on esitetty onnettomuushavaintoihin sisältyneet rakennustunnukset.

Taulukko 5. Onnettomuushavaintojen sisältämät rakennustunnukset

	Vuosi	Havaintojen lukumäärä	Kokonaiset rakennustunnukset		Tunnistettut rakennustunnukset	
Rakennuspalot ja rakennuspalovaarat	2008	1484	988	66,6 %	627	42,3 %
	2009	2017	837	41,5 %	476	23,6 %
	2010	2098	929	44,3 %	548	26,1 %
	2011	1911	1059	55,4 %	652	34,1 %
	2012	1895	1367	72,1 %	920	48,5 %
	2013	1708	1229	72,0 %	796	46,6 %
	2014	1808	1314	72,7 %	863	47,7 %
	Yhteensä	12921	7723	59,8 %	4882	37,8 %
Rakennuspalot	2008	1484	988	66,6 %	627	42,3 %
	2009	799	496	62,1 %	285	35,7 %
	2010	816	544	66,7 %	316	38,7 %
	2011	687	510	74,2 %	322	46,9 %
	2012	687	569	82,8 %	379	55,2 %
	2013	658	548	83,3 %	345	52,4 %
	2014	618	494	79,9 %	317	51,3 %
	Yhteensä	5749	4149	72,2 %	2591	45,1 %
Rakennuspalovaarat	2008	0	0	0	0	0
	2009	1218	341	28,0 %	191	15,7 %
	2010	1282	385	30,0 %	232	18,1 %
	2011	1224	549	44,9 %	330	27,0 %
	2012	1208	798	66,1 %	541	44,8 %
	2013	1050	681	64,9 %	451	43,0 %
	2014	1190	820	68,9 %	546	45,9 %
	Yhteensä	7172	3574	49,8 %	2291	31,9 %

Onnettomuushavainnoista vain 59,8 prosenttia sisälsi kokonaisen 17 merkin pituisen ns. vanhan rakennustunnuksen. Rakennuspalohavaintojen osalta osuus oli 72,2 prosenttia ja rakennuspalovaarojen osalta 49,8 prosenttia. Väestötietojärjestelmän rakennustietokannassa ja Merlotin rakennustiedoissa käytetään 9 merkin pituista pysyvää rakennustunnusta, joka eroaa

Prontossa käytetystä vanhasta 17 merkin pituisesta rakennustunnuksesta. Pronton sisältämä rakennustunnus ei sisällä myöskään ns. varmistusmerkkiä.

Yhteensopivuusongelma on pyritty ratkaisemaan vertaamalla Pronton rakennustunnuksia väestötietojärjestelmän toimittaman muuntotaulukon tietoihin. Vain osa vanhoista rakennustunnuksista pystytiin muuntamaan pysyviksi rakennustunnuksiksi, jonka vuoksi vain 37,8 prosenttia havainnoista sisälsi pysyvän rakennustunnuksen. Rakennuspalohavaintojen osalta osuus on 45,1 prosenttia ja rakennuspalovaarahavaintojen osalta 31,9 prosenttia.

Tunnistettavien havaintojen osuutta pyrittiin kasvattamaan mm. Pronton karttatietoja hyödyntämällä, mutta tuloksetta. Lisäksi havaintoja pyrittiin kohdentamaan osoitetietojen avulla, mutta Pronton osoitetiedot osoittautuivat osin puutteellisiksi, jonka lisäksi Pronton käyttämä osoitetietotyyppi on erilainen kuin muissa tietokannoissa.⁷ Osoitetietojen vertailukelpoisuuden vuoksi Pronton osoitemuuttuja on pilkottu pienempiin kokonaisuuksiin, ja osoitetiedot on yhdistetty rakennustietokannan rakennustunnuksiin. Tiedot eivät kuitenkaan tarkastelujen perusteella olleet riittävän luotettavia, että osoitetietojen perusteella yhdistettyä aineistoa olisi voitu hyödyntää analyysissä.

3.2.3 Tutkimusmenetelmä

Paneeliaineistojen analysointiin kehitetty fixed effect -malli (Hausman, Hall & Griliches 1984) on tullut laajempaan käyttöön paneeliaineistojen yleistymisen myötä. Paneeliaineistojen tuottaminen on puolestaan helpottunut sähköisen tiedonkeruun ja luotettavuudeltaan parempien julkisten ja yksityisten tietoaaineistojen lisääntymisen myötä. Mallin yksinkertainen perusyhtälö on muotoa

$$Y_{ti} = \alpha_i + \gamma_t + \beta * X_{ti} + \varepsilon_{ti},$$

⁷ Pronto:ssa osoitetieto on yksi muuttuja, joka sisältää katusoitteen, katunumeron, talon numeron, talon kirjaimen, kaupungin ja aluekoodin. Muissa tietokannoissa osoitetieto muodostuu erillisistä kadunnimi-, kadunnumero-, talonnumero-, talonkirjain-, postinnumero- ja kaupunkimuuttujista.

jossa Y_{ti} esittää rakennuspalojen ja rakennuspalovaarojen esiintymistä tarkasteluyksikössä i ajanhetkellä t . Vakiotermin α_i esittää tarkasteluyksikön i ajan suhteen vakiota vaikutusta selitettävään muuttujaan Y_{ti} . Se sisältää kohteelle yksilöllisen, muusta kuin tarkastuksesta lähtöisin olevan ulkoisen vaikutuksen. Tämä voi olla esimerkiksi rakennuksen teknisestä pysyvästä ominaisuudesta tai rakennuksen käyttäjistä peräisin oleva vaikutus paloturvallisuuteen. Vakiotermin γ_t esittää tarkastelujoukossa tapahtuvan vuosivaihtelun tarkasteluvuonna t . Vaikutus vaihtelee vuosittain, joka kuvaa mm. ilmiön syklistä vaihtelua, joka voi olla peräisin esimerkiksi keskilämpötilan vaihtelusta tarkasteluvuosien välillä. Muuttuja X_{ti} on yksikköön i ajanhetkellä t kohdistuneiden määrääikaisten tarkastusten lukumäärä ja sen kerroin β on estimoitava parametri, joka kuvaa yksittäisen määrääikaistarkastuksen vaikutusta selitettävään muuttujaan Y_{ti} . Virhetermi ε_{ti} kuvaa mallin satunnaisvirhettä.

Perusmallissa tehdään joitakin oletuksia mallin parametrien käyttäytymisestä. Virhetermi ε_{ti} oletetaan riippumattomaksi ja odotusarvoltaan nolllaksi, eli sen ei oleteta korreloivan selitettävän muuttujan Y_{ti} eikä selittävän muuttujan X_{ti} kanssa. Vakiotermin α_i voi sen sijaan korreloida selittävän muuttujan X_{ti} kanssa, eli tarkastusten lukumäärällä ja havaitsemattomilla vaikutuksilla voi joissakin tilanteissa olla yhteyttä. Valvonnan vaikuttavuuden näkökulmasta tällä ominaisuudella tarkoitetaan riskiperusteisuutta, jota saattaa esiintyä aineiston havainnoissa. Jos oletettaisiin, että vakiotermin ja selittävä muuttuja olisivat toisistaan riippumattomia (eli että valvontavälit eivät korreloisi riskin perusteella), kyseessä olisi random effect -malli. Ensimmäinen tulkinta vaikuttaa hyväksyttävämmältä, joten fixed effect -mallin voidaan katsoa soveltuvan paremmin käytetyn aineiston analysointiin.

Koska havaitsemattomia vaikutuksia ei voida estimoida, malli neutralisoi havaitsemattoman vaikutuksen erottamalla vakiotermin α_i yhtälöstä within-transformaation avulla. Mallin selittävien muuttujien määrää ei ole rajoitettu, ja analyysissä etsitään tekijöitä, jotka toimivat mallissa parhaiten. Vuositasoisessa paneeliaineistossa muutoksia on tarkoituksenmukaista selittää muuttujan X_{ti} viivästetyillä arvoilla, eli

$$Y_{ti} = \delta_t + \alpha_i + \beta_1 * X_{(t-1)i} + \beta_2 * X_{(t-2)i} + \varepsilon_{ti},$$

jossa Y_{ti} esittää rakennuspalojen ja rakennuspalovaarojen esiintymistä (tai muuta haluttua vastemuuttujaa) tarkasteluyksikössä i ajanhetkellä t . Muuttuja $X_{(t-1)i}$ on yksikköön i ajanhetkellä $t-1$

kohdistuneiden määräaikaisten tarkastusten lukumäärä, ja sen kerroin β_1 on estimoitava parametri, joka kuvaa viivästettyjen määräaikaistarkastuksien vaikutusta selitettävään muuttujaan Y_{ti} . Vastaavasti muuttuja $X_{(t-2)i}$ kuvaa yksikköön i ajanhetkellä $t-2$ kohdistuneiden määräaikaisten palotarkastusten lukumäärää ja kerroin β_2 on sen estimoitava vaikutus. Havaintoaineiston mahdollistaessa selittävinä tekijöinä voidaan hyödyntää muidenkin toimenpiteiden viivästettyjä toimenpiteitä $\beta_n * Z_{(t-2)i}$.

Paneeliaineistoja estimoidaan kohdetyypeittäin useilla eri malleilla ja aineistoilla. Selitettävänä muuttujina käytetään rakennuspalo- ja rakennuspalovaarahavaintoja ja näiden yhdistelmää. Palokuolema olisi ollut mahdollinen käytettävä loppumuuttuja, mutta palokuolemien suhteellisen pieni määrä aineistossa tekisi sen käytöstä ongelmallista. Ensisijaisesti selitetään havaintoja, jotka on identifioitu ehjällä rakennustunnuksella, ja vaihtoehtoisena selitettävänä muuttujana käytetään osoitetietojen perusteella määriteltäviä rakennuspalo- ja vaarahavaintoja. Selittävinä muuttujina käytetään yhden ja kahden vuoden viivästettyjä määräaikaista valvontatoimenpiteitä ja näiden summamuuttujaa.

Malleina sovellettiin erilaisia lineaarista fixed effect -malleja. Estimoinnit toteutettiin R-ohjelmistolla⁸. Estimointituloksena saadaan mallista ja menetelmästä riippuen vaikutus onnettomuuden todennäköisyyteen tai vaikutuksena onnettomuuden lukumäärään. Soveltuvan analyysimenetelmän valintaan ja tulosten luotettavuuteen vaikuttaa erityisesti aineiston sisältämien onnettomuushavaintojen määrä ja toimenpiteiden kohdentamisessa tarkastelujaksolla havaitut muutokset. Toimenpiteiden jakauman lisäksi menetelmien soveltuvuutta heikentävät onnettomuusaineistojen yhdistämisen hankaluudet, jotka vähentävät luotettavasti kohdennettavissa olevien onnettomuushavaintojen määrää merkittävästi.

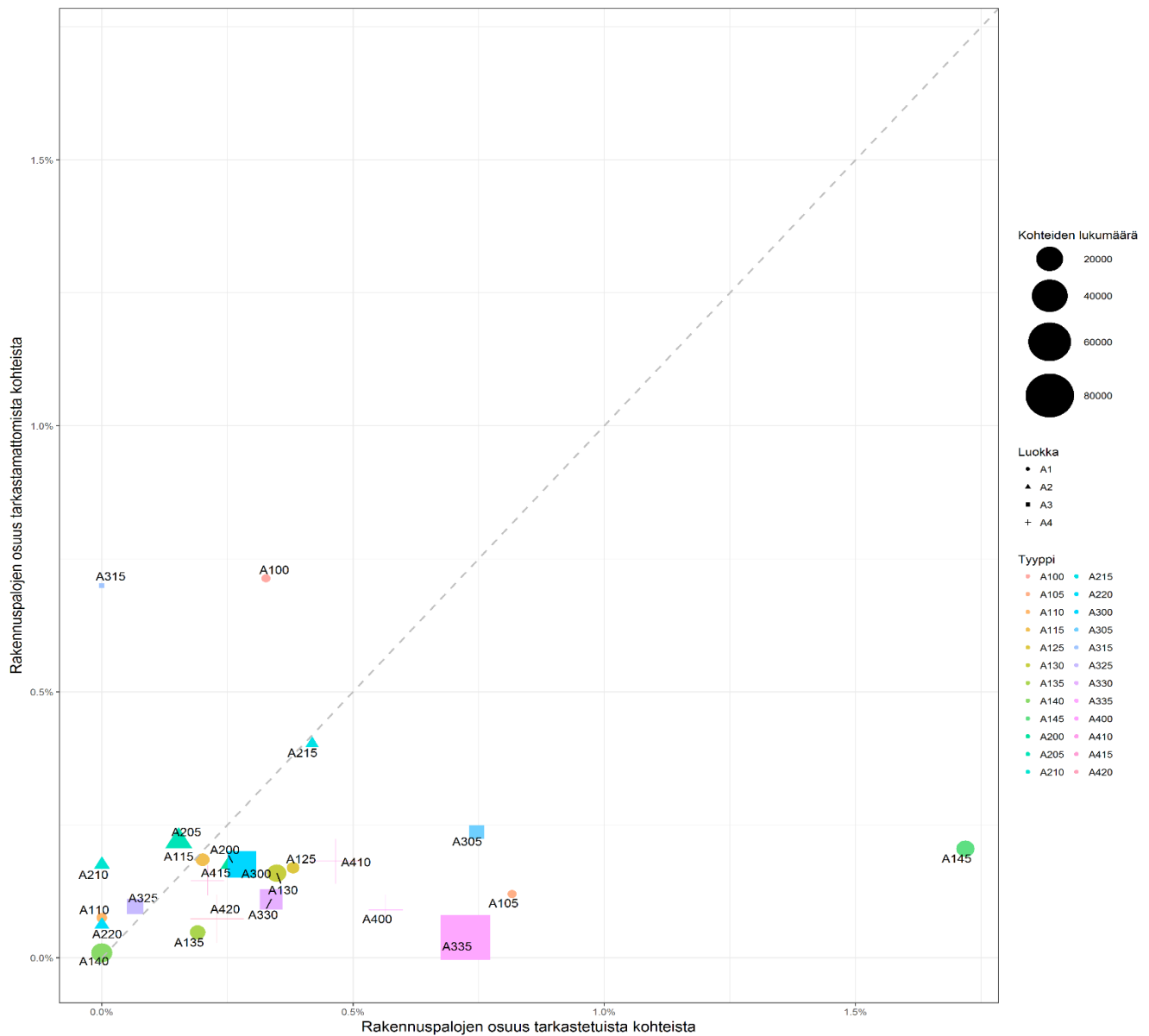
Erityiskohteiksi luettavat A-luokituksen mukaiset kohteet eroavat asuinkehteiden valvonnasta useilla menetelmän valintaan vaikuttavilla tavoilla. Pääsääntöisesti kaikkien erityiskohteisiin sisältyvien kohdetyyppien tarkastusvälit ovat merkittävästi lyhyempiä kuin asuinkehteissa. Lisäksi erityiskohteiden valvontaan liittyvä mahdollinen riskiperusteisuus eroaa asuinkehteistä.

⁸ Yves Croissant, Giovanni Millo (2008). Panel Data Econometrics in R: The plm Package. Journal of Statistical Software 27(2). URL <http://www.jstatsoft.org/v27/i02/>

Yves Croissant (2013). pglm: panel generalized linear model. R package version 0.1-2.
URL <https://CRAN.R-project.org/package=pglm>

Erityiskohteiden valvontaan liittyvä riskiperusteisuus tarkoittaa, että riskiluvun muuttuessa myös tarkastusväli mahdollisesti muuttuu ja näin selittävä muuttuja saattaa korreloida kiinteän rakennuskohtaisen vakiotermin kanssa. Tämä merkitsee, että rakennuskohtaiset kiinteät vaikutukset ovat merkittävässä roolissa, ja että fixed effect -mallin soveltaminen on perusteltua.

Kuvio 4 kuvaa valvonnan kohdistamiseen liittyvää endogeenisuutta eli sen suhdetta yksittäisen rakennuksen sisältämään riskiin.



Kuvio 4. Rakennuspalojen suhteellinen määrä ja valvonnan riskiperusteisuus

Kuvion lävistävän harmaan kuvaajan alapuolella sijaitsevat kohdetyypit ovat edellisenä vuonna tarkastettuja kohdetyyppejä, joissa rakennuspalojen määrä on suhteellisesti korkeampi kuin tarkastamattomissa kohteissa. Kuvaajan yläpuolella sijaitsevat kohdetyypit ovat kohdetyyppejä, joissa edellisvuonna tarkastamattomat kohteet ovat kärsineet suhteellisesti vähemmän rakennuspaloja. Tämä selittää myös miksi yksittäiset poikkileikkausanalyysit eivät sovellu erityisen hyvin valvonnan vaikuttavuuden tutkimiseen.

Toisin kuin erityiskohteissa, asuinkohteiden tarkastamisessa on kyse enemmän satunnaisesta kuin riskiperusteisesta valvonnan kohdistamisesta. Asuinkohteiden tarkastaminen perustuu yhä piirijakoon useilla pelastustoimen alueella. Piirijaossa kunnan alue on jaettu kymmeneen piiriin, jotka on perinteisesti tarkastettu kerran kymmenessä vuodessa ilman erityistä riskiarviota. Kyse on vakiintuneesta resurssointiin ja työn organisointiin perustuvasta käytännöstä, jossa valvonnan kohdistuminen eri piireihin on pysynyt järjestykseltään samanlaisena. Omavalvonnan yleistyessä myös tarkastusvälit ovat lyhentyneet vuoden 2011 jälkeen. Keski-Uudellamaalla asuinkohteiden tarkastus perustuu riskiarvioon eli tarkastuksia on pyritty kohdentamaan korkeimman riskiarvion kohteisiin.

Erityskohteiden osalta tulokset vaihtelevat niiden hajonnan ja tilastollisen merkitsevyyden kannalta. Useissa kohdetyypeissä vaihtelu aineiston sisällä on pientä ja rakennuspalohavaintoja on vähän. Vähäiset onnettomuushavainnot rajoittavat useamman selittävän muuttujan mallien hyödyntämistä. Vähäisten havaintojen ongelmaa lievennetään muodostamalla selitettäväksi muuttujaksi rakennuspalo- ja rakennuspalovaarahavainnoista koostuva summamuuttuja. Edellä luvussa 3.2.1 esitellyt kuvaajat kohdetyypeille kohdistetuista toimenpiteistä heijastelevat estimointitulosten luotettavuutta ja menetelmien soveltuvuutta.

3.2.4 Vaikuttavuus kohdetyyppikohtaisesti

Kohdetyyppikohtaisilla paneeliaineistoilla testataan useampia lineaarisia fixed effect -malleja erilaisin jakaumaoletuksin. Useamman selittävän muuttujan mallit antavat heikkoja tuloksia, joten päähuomio keskitetään rakennuspalojen (Y_{ti}) ja onnettomuushavaintojen summamuuttujan (S_{ti}) selittämiseen yhden ja kahden vuoden viivästetyillä selitysmuuttujilla. Estimoitavat mallit ovat

$$Y_{ti} = \delta_t + \alpha_i + \beta_1 * X_{(t-1)i} + \beta_2 * X_{(t-2)i} + \varepsilon_{ti}, \quad (1)$$

$$Y_{ti} = \delta_t + \alpha_i + \beta_1 * X_{(t-1)i} + \varepsilon_{ti}, \quad (2)$$

$$S_{ti} = \delta_t + \alpha_i + \beta_1 * X_{(t-1)i} + \beta_2 * X_{(t-2)i} + \varepsilon_{ti}, \quad (3)$$

$$S_{ti} = \delta_t + \alpha_i + \beta_1 * X_{(t-1)i} + \varepsilon_{ti}. \quad (4)$$

Suurimmassa osassa kohdetyyppejä estimointitulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä tai johdonmukaisia. Johdonmukaisimmat tulokset saadaan kohdetyyppien A100 (Keskussairaalat, muut sairaalat) ja A115 (Vanhainkodit, kehitysvammaisten hoitolaitokset) osalta, mutta vain normaalijakauma-oletuksin (vrt. Poisson-, negatiivinen binomijakauma) Ko. kohdetyypeissä aineistot sisältävät suurta vuosittaista määrävaihtelua kohdetyypeille kohdennetuissa toimenpiteissä, ja onnettomuushavaintojen osuus koko kohdetyypin rakennuskannasta on suhteellisen korkea verrattuna muihin kohdetyyppeihin. Tästä huolimatta aineiston analyysin näkökulmasta, onnettomuushavaintojen määrää voidaan pitää valitettavan matalana.

Kohdetyypin A100 kohdalla tilastollisesti merkitseviä vaikuttavuusestimaatteja saadaan yhden vuoden viästetyllä selittäjällä kaikissa malleissa (1)-(4) seuraavasti:

- (1): $\beta_1 = -0,029181$ ($P=0.01152$),
- (2): $\beta_1 = -0,0040998$ ($P=0.007643$),
- (3): $\beta_1 = -0.039559$ ($P=0.1468$),
- (4): $\beta_1 = -0.066749$ ($P=0.0589$).

Kohdetyypin A115 osalta vaikuttavuusestimaatit ovat samoin johdonmukaisesti negatiivisia. Tulokset ovat

- (1): $\beta_1 = -0.0076741$ ($P=0.05886$)
- (2): $\beta_1 = -0,0055112$ ($P=0.1343$),
- (3): $\beta_1 = -0.018834$ ($P=0.04062$),
- (4): $\beta_1 = -0.0196651$ ($P=0.08424$).

Molempien kohdetyyppien osalta vaikuttavuusestimaatit kertovat siis onnettomuuksia vähentävästä vaikutuksesta pääosin 5 ja 10 prosentin merkitsevyystasolla. Kahden vuoden viivästetylle selittävälle muuttujalle X ei löydy tilastollisesti merkitsevää vaikutusta kohdetyypin A100 aineistossa, mutta kohdetyypin A115 osalta kahden vuoden viivästetyt muuttujat saavat positiivisia estimaatteja.

Tulokset ovat piste–estimaatteja, joihin on suhtauduttava varauksella taustatietojen sisältämien puutteiden ja mallin jakaumaoletuksen vuoksi. Muiden erityiskohteiden osalta havaitaan yksittäisiä tilastollisesti merkitseviä, mutta epäjohdonmukaisia tuloksia, joita ei voida pitää erityisen luotettavina.

Asuinkohteiden osalta havaitaan useampia käytännön ongelmia. Asuinkohteiden valvonta on riskiperusteista vain Keski–Uudenmaan pelastustoimen alueella, minkä vuoksi random effect -malli soveltuisi fixed effect -mallia paremmin vaikuttavuuden tarkasteluun. Toinen erityiskohteista poikkeava ominaisuus on kohdeteiden huomattavasti suurempi lukumäärä, mikä on aikaisempina vuosina tarkoittanut erityiskohteista poiketen erityisen matalaa tarkastussuhdetta (vuositasolla alle 10 %). Matalan tarkastusosuuden lisäksi tarkastelujoukossa tapahtuvia muutoksia vähentää onnettomuushavaintojen suhteellisen pieni osuus, jota ongelmat onnettomuushavaintojen kohdentamisessa heikentävät entisestään.

Asuinkohteiden tarkastelujoukot on koottu useilla eri tavoilla, jotta tarkastelu olisi ollut mahdollinen. Paneelit on muodostettu kohdetyyppikohtaisesti (Ketjutalot, Yhden asunnon talot, Kahden asunnon talot, Muut erilliset pientalot, Rivitalot, Luhtitalot, Muut asuinkerrostalot) sekä näiden yhdistelminä. Valvonnan vaikuttavuutta tarkasteltiin sekä perinteisen määräaikaisen palotarkastuksen että omavalvonnan osalta sekä huomioimalla muut valvontasuoritteet omana muuttujanaan.

Random effect- mallit eivät tuota tilastollisesti merkitseviä estimaatteja ja tulokset ovat myös epäjohdonmukaisia. Lisäksi osassa tapauksista paneeliaineiston suuri koko rajoittaa menetelmien soveltamista, minkä vuoksi mallia oli yksinkertaistettava. Estimointeja toteutettiin myös ns. kiinteiden ja satunnaisten vaikutusten sekamalleilla (Generalised linear mixed-effects models). Sekamallit eivät kuitenkaan tuottaneet johdonmukaisia tuloksia. Havaitut puutteet aineistossa saattavat osaltaan selittää esiin nousseita ongelmia. On myös mahdollista, että vaikuttavuuden havaitseminen edellyttäisi enemmän tietoa rakennuksen käyttäjistä eli ns. käyttäjäprofiileista, joiden avulla vaikuttavuutta voitaisiin tarkastella erilaisissa osajoukoissa. Analyysi edellyttää jatkotyötä sekä aineiston täydentämistä ja sen puutteiden korjaamista.

3.3 Määräaikaisen palotarkastuksen hyödyt

3.3.1 Rakennus-, irtaimisto- ja henkilövahingot

Pelastustoimen viranomaiset kokoavat rakennuksille ja irtaimistolle syntyviä vahinkoja onnettomuus- ja resurssitietokantaan. Tässä työssä keskimääräiset rakennus- ja irtaimistovahinkojen odotusarvot arvioidaan Suomessa vuosina 2010–2015 toteutuneiden vahinkojen rakennustyyppikohtaisten keskiarvojen perusteella. Rakennusvahinkojen arviot on muunnettu nykyarvoon kiinteistöhintaindeksiä ja irtaimistovahingot kuluttajahintaindeksiä käyttäen. Rakennuspaloista aiheutuneet rakennus- ja irtaimistovahinkojen arviot on esitetty liitteessä 1.

Rakennuspaloissa rakennusvahinkojen keskimääräiset arvot vaihtelevat 13 583 euron ja 244 232 euron välillä, ja luokassa Rakennuspalot ja rakennuspalovaarat keskimääräiset rakennusvahingot vaihtelevat 2129 euron ja 59 493 euron välillä. Rakennuspaloissa keskimääräiset irtaimistovahingot vaihtelevat kohdetyyppien välillä 3818 eurosta 43 233 euroon, ja rakennuspalo- ja rakennuspalovaaratilanteissa 248 eurosta 15 293 euroon. Toteutuneiden rakennus- ja irtaimistovahinkojen vaihteluvälit ovat erittäin suuria, mikä on huomioitava lukuja käytettäessä.

Haikonen, Lillsunde ja Vuola (2014) ovat tarkastelleet Suomessa vuosina 2001–2009 toteutuneita liekkiloukkaantumisia ja niiden synnyttämiä hoitokustannuksia. Henkilövahingot jakaantuvat välittömiin loukkaantumisista aiheutuneisiin terveydenhuollon kustannuksiin ja epäsuoriin työkyvyn heikentymisestä aiheutuviin kustannuksiin sekä ääritapauksissa ihmishenkien menetyksistä aiheutuviin haittoihin. Liekkionnettomuuksissa loukkaantuneiden kustannukset koostuvat välittömistä perus- ja erityissairaanhoidoa vaativista toimenpiteistä ja sairastamisen aiheuttamista julkisen terveydenhuollon ja sosiaalipalvelujen tarpeista.

Tutkimuksen mukaan vuosittaiset sairaanhoitokustannukset nousevat noin 6,2 miljoonaan euroon. Keskimääräinen hoitokustannus palovammoista kärsineiden potilaiden osalta ovat noin 25 000 euroa ja savukaasujen aiheuttamien loukkaantuneiden osalta noin 3600 euroa. Kaikki liekkiloukkaantumiset huomioon ottaen keskimääräiset kustannukset ovat noin 20 400 euroa. Hoitokustannusten jakauma

on suhteellisen epätasainen, ja 7-8 prosenttia tapauksista selittää noin 50 prosenttia kustannuksista. (Haikonen ym. 2014.)

Edellä esitetyt arviot ovat suhteellisen matalia verrattuna esimerkiksi liikenneonnettomuuksissa tapahtuneiden loukkaantumisten kustannusarvioihin. Euroopan maissa (27 maata) vuonna 2002 käytetyt arviot liikenneonnettomuuksissa loukkaantuneiden kustannuksista vaihtelivat vakavien loukkaantumisten osalta 36 700 eurosta 406 000 euroon, ja lievien loukkaantumisten kustannusarviot vaihtelivat 2700 eurosta 29 100 euroon. Suomessa vuonna 2002 käytetyt luvut olivat vakavien loukkaantumisten osalta 230 600 euroa ja lievien loukkaantumisten osalta 17 300 euroa (Heatco 2005).

Vahinkojen rahamittailamisessa on käytetty myös laskennallisia arvoja, jotka on ilmoitettu suhteessa laskennalliseen ihmishengen arvoon. Muiden muassa Boiteaux (2001) arvioi vakavien loukkaantumisten kustannukseksi 15 prosenttia ja lievien loukkaantumisten osalta 2 prosenttia ihmishengen tilastollisesta arvosta. Arviot lievän loukkaantumisen aiheuttamista kustannuksista saattavat tuntua melko korkeilta, mutta ne voivat kuitenkin aiheuttaa kustannuksia lyhyiden sairauspoissaolojen (1-2 pv), terveyskeskuskäyntien ja mahdollisten muiden epäsuorien haittojen vuoksi. Joka tapauksessa nekin tulisi ottaa huomioon kustannus-hyötylaskelmissa.

Rakennuspalojen ja rakennuspalovaarojen aiheuttamat loukkaantumiset aiheuttavat välittömien hoitokustannusten lisäksi myös tuotannon menetyksiä loukkaantumisista seuraavan työkyvyttömyyden vuoksi. Palokuolemien aiheuttamaa tuotannon menetystä on arvioitu Suomessa vuosina 2001-2005 liekkionnettomuuksissa loukkaantuneiden potilaiden osalta. Laskelmissa arvioidaan työkyvyn heikentymisestä seuraavaa palkkatyöstä ja kotitaloustyöstä koostuvaa tuotannon menetystä. Keskimääräiseksi tuotannon menetykseksi arvioitiin 19 070 euroa. Tutkimuksen suora linkki suomalaisiin liekkionnettomuuksiin tekee tuloksista erityisen hyödyllisiä, mutta keskeneräisen tutkimuksen estimaatteihin on tietenkin suhtauduttava pienin varauksin (Haikonen & Lillsunde, 2016)

Rakennuspalot aiheuttavat loukkaantumisten lisäksi ihmishengen menetyksiä. Näkemykset ihmishengen menetyksen arvioinnista kustannus-hyötylaskelmissa vaihtelevat suuresti. Osa pitää ihmishengen arvottamista lähtökohtaisesti vääränä ja epäeettisenä. Toisaalta kustannusten ja hyötyjen yhteismitallisuus on kustannus-hyötyanalyysin keskeinen lähtökohta ja etu, ja siihen

valittavien parametrien valinnassa on otettava huomioon niiden vertailukelpoisuus. Rahamittalliset arviot eroavat erilaisten lähestymistapojen vuoksi kuitenkin huomattavan paljon.

Kansainvälisiä ja kansallisia arvioita ihmishengen rahallisesta arvosta on olemassa runsaasti, ja nimenomaan palokuolemien aiheuttamia kustannuksia Suomessa on arvioitu myös Suomessa. Haikonen, Lillsunde, Lunetta ja Kokki (2015) ovat arvioineet palokuolemien aiheuttamaa kustannusta Human capital approach -menetelmällä. Menetelmä huomioi kuolemasta seuraavan työkyvyn ja tuotannon menetyksen, joka koostuu palkkatyön lisäksi myös kotitaloustyöstä. Todellisia työllisyysasteita ja kolmen tai yhden prosentin diskonttokorkokantaa käyttämällä tuloksina saadaan keskimäärin 315 000€ (3% korolla) ja 425 250€ (1% korolla). Jos laskelmassa käytettäisiin yleistä työllisyysastetta (70%), arvio kustannuksista nousisi 3%:n diskonttokorolla 530 000 euroon. Human capital approach – menetelmän tuottamat luvut ovat yleensä pienempiä kuin muilla yleisesti käytetyillä menetelmillä saadut arviot, koska siinä arvioidaan ainoastaan taloudelliseen toimintaan kohdistuvaa haittaa.

Ihmishengen arvottamiseen on yleisesti käytetty myös sellaisia menetelmiä, jotka pyrkivät arvioimaan kansantaloudellisten menetysten lisäksi kuolemasta aiheutuvia inhimillisiä tekijöitä, kuten kärsimystä. Yleisin näistä on maksuhalukkuusmenetelmä (Willingness to pay), jota suositaan esimerkiksi tieliikennevahinkojen kustannus-hyötylaskelmissa (Heatco 2005). Menetelmän tuottamat estimaatit vaihtelevat kuitenkin suuresti. Robinson ja Hammitt (2014) havaitsivat ihmishengen arvioita käsittelevässä metatutkimuksessaan lukujen vaihtelevan 2,1 miljoonasta 9,3 miljoonaan dollariin.

Euroopassa laaditut ja yleisesti käytetyt arviot ovat keskimäärin yhdysvaltalaisia lukuja pienempiä. Suomessa Tieliikennelaitos on vuodesta 2010 käyttänyt laskelmissaan ihmishengen arvona 1 918 809 euroa (Tieliikennelaitos 2010). Luku perustuu muissa Pohjoismaissa yleisesti sovellettuun maksuhalukkuusmenetelmän formalisointiin ja sillä saatuihin arvioihin. Vertailukohdan antaa Yhdysvaltojen liikenneviraston suositus 5,2 - 13 miljoonaa dollaria, jossa vaihtelu huomioidaan herkkyysanalyysin avulla (U.S. Department of Transportation 2015).

Edellä käsitellyt rakennus- ja irtaimistovahingot sekä henkilövahingot voidaan nähdä rakennuspalojen aiheuttamina suorina kustannuksina. Suoria kustannuksia syntyy myös pelastuslaitokselle rakennuspaloihin liittyvistä hälytystehtävistä, joita ei kuitenkaan tässä tarkastelussa ole erikseen

arvioitu. Tämän lisäksi rakennuspalot aiheuttavat suoria kustannuksia esimerkiksi korvaavien asuintilojen hankinnasta.

Rakennuspalot aiheuttavat myös paljon epäsuoria kustannuksia, kuten savu- ja meluhaittoja sekä erilaista inhimillistä kärsimystä tai haittaa, esimerkiksi lemmikkieläinten kuolemia ja tunnearvoltaan tärkeiden omaisuuserien menetyksiä. Epäsuorien kustannusten arvioiminen on kuitenkin käytettävissä olevan tiedon avulla vaikeaa, minkä vuoksi ne jäävät vähemmälle huomiolle tässä tarkastelussa.

Rakennuspalot aiheuttavat haittaa elinkeinolle rakennuspalojen aiheuttamien erilaisten toiminnan esteiden ja tuotantokatkosten kautta. Vaikutukset elinkeinonharjoittajalle voivat syntyä esimerkiksi alentuneesta tuotantokapasiteetista ja siitä mahdollisesti johtuvista asiakkuuksien menetyksistä. Elinkeinolle aiheutuvan haitan tarkka määrittely on vaikeaa haittojen kerrannaisvaikutusten vuoksi. Esimerkiksi rakennuspalon aiheuttama laaja sähkö- tai tietoliikennekatko voi synnyttää hyvin merkittäviä kerrannaisvaikutuksia. Tämän lisäksi elinkeinonharjoittajalle aiheutuva haitta ei välttämättä realisoidu yhteiskunnalle samassa mittakaavassa markkinoiden ja kilpailijoiden korvatesa tuotannonmenetyksiä. On myös mahdollista, että tuhoutuneet tuotantotilat ovat nopeasti korvattavissa, tai niiden menetys ei aiheuta toiminnalle välitöntä tai peruuttamatonta haittaa. Elinkeinolle aiheutuva haitta voidaan kuitenkin olettaa merkittäväksi ja se tulisi ehdottomasti huomioida kustannus-hyötylaskelmissa.

Kotimaista tutkimusta rakennuspalojen aiheuttamasta haitasta elinkeinolle ei ole saatavilla. Sen sijaan Yhdysvalloissa on tehty useita laskelmia ja arvioita haitan suuruudesta. Arviot perustuvat laskennallisiin arvioihin ja joiltain osin myös otantatutkimuksiin, minkä vuoksi arviot vaihtelevat suuresti. Munson ja Ohls (1980) tarkastelevat rakennuspalojen asuinkehteissa aiheuttamia epäsuoria kustannuksia ja arvioivat niiden osuudeksi 10 % kohteelle aiheutuneiden suorien kustannusten arvosta. Tätä peukalosääntöä on käytetty vahinkojen kokonaismäärän arvioinnissa asuinkehteiden ja myös muiden rakennustyyppien kohdalla aina vuoteen 1991 saakka.

Hall Jr. (2014) tarjoaa hienovaraisempia arvioita. Siinä epäsuorien kustannusten (aineettomista vahingoista, korvaavista toimitiloista ja liiketoiminnan keskeytymisestä aiheutuvat kustannukset) määräksi arvioidaan teollisuusrakennuskehteissa 65 %, koulu-, näyttely-, kauppa- ja

toimistorakennuksissa 25 % ja varasto-, majoitus- ja asuinrakennuksissa 10 % suorien kustannusten määrästä. Pysyvästi käytöstä poistettujen liikerakennusten epäsuoriksi kustannuksiksi arvioidaan 8 % suorista kustannuksista.

3.3.2 Hyötyjen arvioiminen

Tässä tutkimuksessa arvioidaan valvonnan vaikuttavuudesta seuraavia hyötyjä ennaltaehkäistyjen suorien vaikutusten avulla. Rakennuspalloista syntyviin omaisuusvahinkoihin luetaan rakennus- ja irtaimistovahingot, ja palloista syntyviin henkilövahinkoihin luetaan palokuolemat ja liekkiloukkaantumiset. Kustannusten arviointi edellyttää loukkaantumisten ja palokuolemien aiheuttamien toteutuneiden kustannusten selvittämistä, ja hyötyjen rahamittallistaminen edellyttää loukkaantumisten ja palokuolemien laskennallisten odotusarvojen määrittämistä.

Keskimääräisiä rakennuspallojen aiheuttamia henkilövahinkoja arvioidaan tarkastelemalla loukkaantumis- ja kuolemantapauksia suhteessa kaikkiin vuosina 2009–2015 toteutuneisiin rakennuspalloihin. Koska kuolemantapaukset ovat suhteellisen harvinaisia, keskimääräiset odotusarvot lasketaan kohderyhmäkohtaisesti (vrt. omaisuusvahingot). Palokuolemien arvottaminen ei ole yksiselitteistä, minkä vuoksi niiden kustannuksia arvioidaan kahdella vaihtoehtoisella tavalla.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa palokuoleman kustannuksia arvioidaan kansantaloudellisena tuotannon menetyksenä Haikosen ym. (2015) mukaan. Estimaattina käytetään palokuolemien aiheuttamia tuotannonmenetyksiä todellisen työllisyysasteen pohjalta, ja arvioitu tuotannon menetyksen arvo on 315 000 euroa. Toisena vaihtoehtona käytetään Tieliikennelaitoksen käyttämää estimaattia 1 918 809 euroa, joka pyrkii huomioimaan myös kuoleman aiheuttamia inhimillisiä kustannuksia. Kahta vaihtoehtoista estimaattia käyttämällä parannetaan samalla tulosten vertailukelpoisuutta yli toimialarajojen.

Rakennuspallojen ja rakennuspalovaarojen aiheuttamat loukkaantumiset otetaan laskelmissa huomioon niiden keskimääräisen odotusarvon mukaisesti. Jäljempänä olevassa Taulukossa 6 on esitelty laskelmat vuosina 2009–2015 loukkaantuneiden henkilöiden määrästä rakennuspalloissa ja rakennuspalovaaratilanteissa. Laskelman pohjalta jokaiselle kohdetyypille on arvioitu

loukkaantumisen odotusarvot. Loukkaantumisesta aiheutuvien hoitokustannusten estimaattina käytään 20 400 euroa.

Kustannus–hyötylaskelmassa ei oleteta kaikkien rakennuspaloissa tai rakennuspalovaaroissa loukkaantuneiden henkilöiden tarvitsevan sairaalahoitoa, ja laskelmat on laadittu kahdella vaihtoehtoisella tavalla, jotka ovat seuraavanlaiset:

Laskelma 1. Rakennusvahinko + irtaimistovahinko + vakavien loukkaantumisten aiheuttamat hoitokustannukset + vakavien loukkaantumisten aiheuttama tuotannon menetys + palokuolemat.

Laskelma 2. Rakennusvahinko + irtaimistovahinko + vakavien ja lievien loukkaantumisten aiheuttamat hoitokustannukset + vakavien ja lievien loukkaantumisten aiheuttama tuotannon menetys + palokuolemat + epäsuorat kustannukset.

Laskelmiin ei ole sisällytetty onnettomuuksista aiheutuvia menoja pelastuslaitokselle eikä pelastustehtävistä aiheutuvia terveyshaittoja henkilöstölle. Elinkeinolle aiheutuvia epäsuoria kustannuksia ei huomioida lainkaan Laskelmassa 1, mutta Laskelmassa 2. epäsuoria haittoja huomioidaan arvioimalla ne prosenttiosuutena rakennus- ja irtaimistovahinkojen summasta.

Laskelmassa 1. otetaan huomioon ainoastaan vakavat loukkaantumiset, joiden osuudet on esitetty Taulukossa 6.

Taulukko 6: Vakavien loukkaantumisten osuus loukkaantuneista, lähde: PRONTO

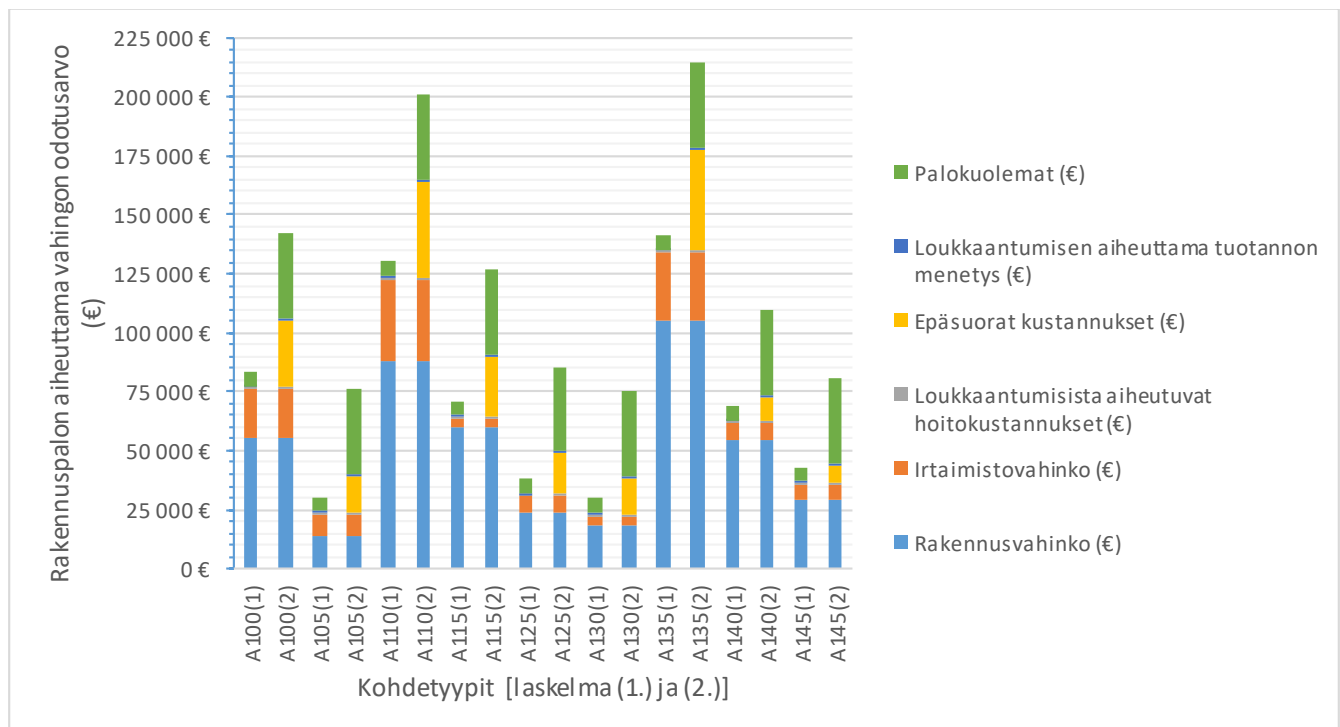
Vakavasti loukkaantuneiden osuus kaikista loukkaantuneista vuosina 2012–2015		
Kohderyhmä	Rakennuspalot	Rakennuspalot ja rakennuspalovaarat
A1	9 %	8 %
A2	0 %	0 %
A3	13 %	9 %
A4	14 %	10 %
A5	3 %	3 %
A600	0 %	4 %
Asuinrakennukset	13 %	9 %

Laskelmassa 2. lievien loukkaantumisten kustannuksena käytetään 500 euroa. Loukkaantumisesta seuraavan työkyvyn laskun ja siitä seuraavan tuotannon menetyksen kustannuksena käytetään 19 070 euroa. Kustannusta käsitellään samalla tavalla kuin hoitokustannusta, eli Laskelmassa 1. vain vakavat loukkaantumiset huomioidaan, ja Laskelmassa 2. myös lievien loukkaantumisten oletetaan aiheuttavan kustannuksia kahden työpäivän verran ja aiheuttavan 600 euron kustannuksen olettaen, että lievä loukkaantuminen aiheuttaa keskimäärin kahden päivän työkyvyttömyyden. Työnantajalle kohdistuva kustannus yhdestä sairauspoissaolosta on arvioitu 240-380 euron suuruiseksi (Ahola, 2011). Epäsuorien kustannusten kohdetyyppikohtaiset arviot esitetään Taulukossa 7.

Taulukko 7: Rakennuspalon aiheuttama laskennallinen epäsuora kustannus

Kohdetunnus	Kohdetyyppi (Merlot)	Suhdeluku
A100	Keskussairaalat, muut sairaalat	25 %
A105	Terveyskeskusten vuodeosastot	25 %
A110	Terv.huollon erityislaitokset ja vastaavat	25 %
A115	Vanhainkodit, kehitysvammaisten hoitolaitokset	25 %
A125	Tuettu asuminen, senioritalot ja vastaavat	25 %
A130	Lasten- ja koulukodit, vankilat	25 %
A135	Hotellit, loma-, lepo-, virkistyskodit yms.	25 %
A140	Vuokra lomamökit ja -osakkeet, leirintäalueet	10 %
A145	Asuntolat, muut asuntolarakennukset	10 %
A200	Päiväkodit	10 %
A205	Yleissivistävät oppilaitokset	25 %
A210	Keskiasteen oppilaitokset	25 %
A215	Korkeakoulut ja tutkimuslaitokset	25 %
A220	Muut opetusrakennukset	25 %
A300	Liike- ja tavaratalot, myymälähallit, kauppakeskukset	25 %
A305	Anniskeluravintolat	25 %
A310	Ruokaravintolat	25 %
A315	Teatteri- ja konserttirakennukset	25 %
A320	Kirjastot, museot, näyttelyhallit	25 %
A325	Uskonn. yhteisöjen rakennukset	25 %
A330	Muut kokoontumisrakennukset	25 %
A335	Liikenteen rakennukset	25 %
A400	Energia tuot. Rakennukset	65 %
A410	Teollisuushallit ja muut teollisuus rakennukset	65 %
A415	Teollisuus- ja pienteollisuustalot	65 %
A420	Varastorakennukset	65 %
A500	Maatalousrakennus, AVI:n ympäristölupa	65 %
A510	Erilliset viljankuivaamorakennukset	65 %
A520	Muut maataloustuotantorakennukset	65 %
A600	Toimistot, työpaikatilat	25 %
012	Kahden asunnon talo	10 %
022	Ketjutalo	10 %
032	Luhtitalo	10 %
039	Muu asuinkerrostalo	10 %
013	Muu erillinen pientalo	10 %
021	Rivitalo	10 %
011	Yhden asunnon talo	10 %

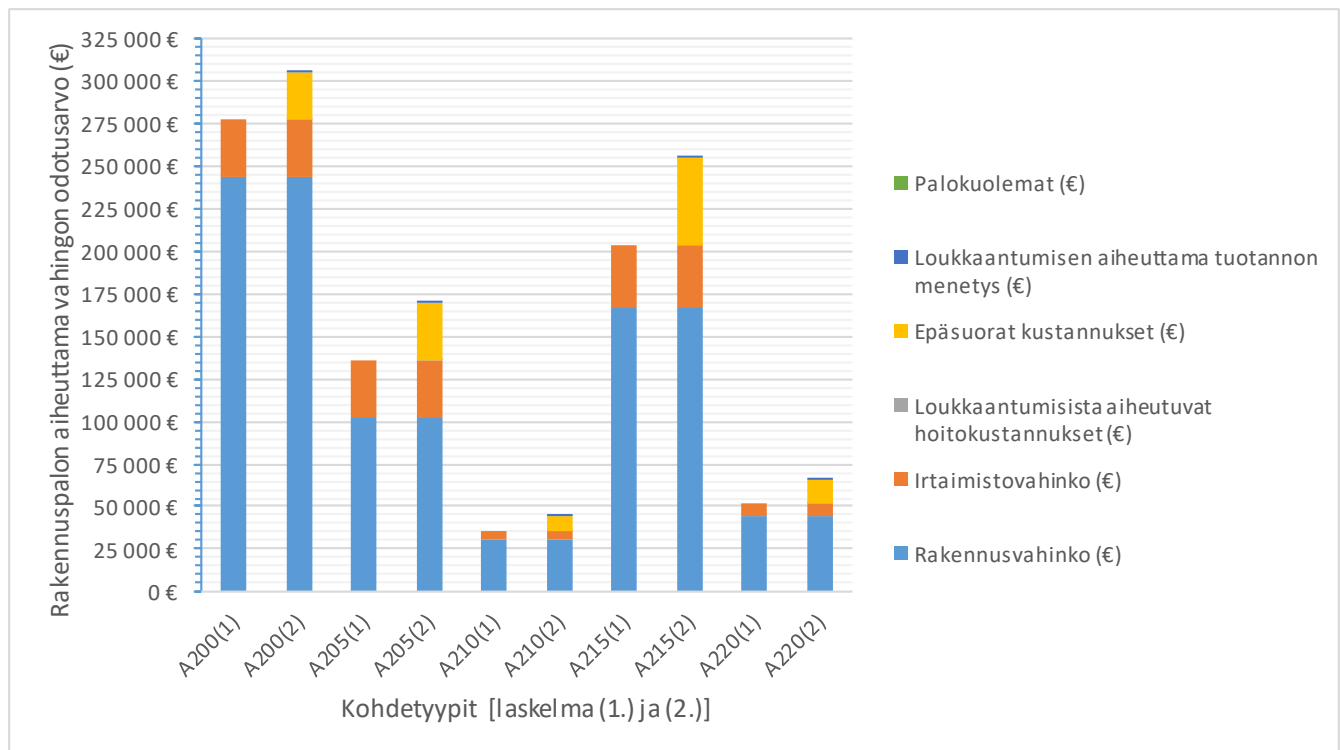
Kuviossa 5 on esitetty vaihtoehtoisten laskelmien tuottamia vahingon odotusarvoja ympärivuorokautisessa käytössä olevien kohderyhmän A1 rakennusten osalta. Laskelmaan 1. perustuvat vahingon odotusarvot asettuvat 29 650 euron ja 141 322 euron välille. Laskelman 2. odotusarvot ovat merkittävästi korkeammat, arvojen vaihdella 75 263 euron ja 214 853 euron välillä. Korkeimmat kustannukset syntyvät keskimäärin A135 ja A110 kohteissa. Matalimmat kustannukset toteutuvat kohdetyypeissä A105 ja A130.



Kuvio 5: Ympärivuorokautisessa käytössä olevat rakennukset (A1)

Laskelman 1. kokonaiskustannukset koostuvat merkittävältä osin rakennus- ja irtaimistovahingoista, ja Laskelman 2. kokonaiskustannukset koostuvat rakennus- ja irtaimistovahinkojen lisäksi merkittävältä osin myös palokuolemista ja epäsuorista kustannuksista. Laskelman 2. arvot ovat merkittävästi korkeampia kuin Laskelman 1. arvot. Suhteellisesti tarkasteltuna suurin muutos (noin +150%) toteutuu kohdetyypeissä A105 ja A130. Rahamittallisesti suurin muutos toteutuu kohdetyypeissä A135 (noin +73 000€) ja A110 (noin + 71 000€).

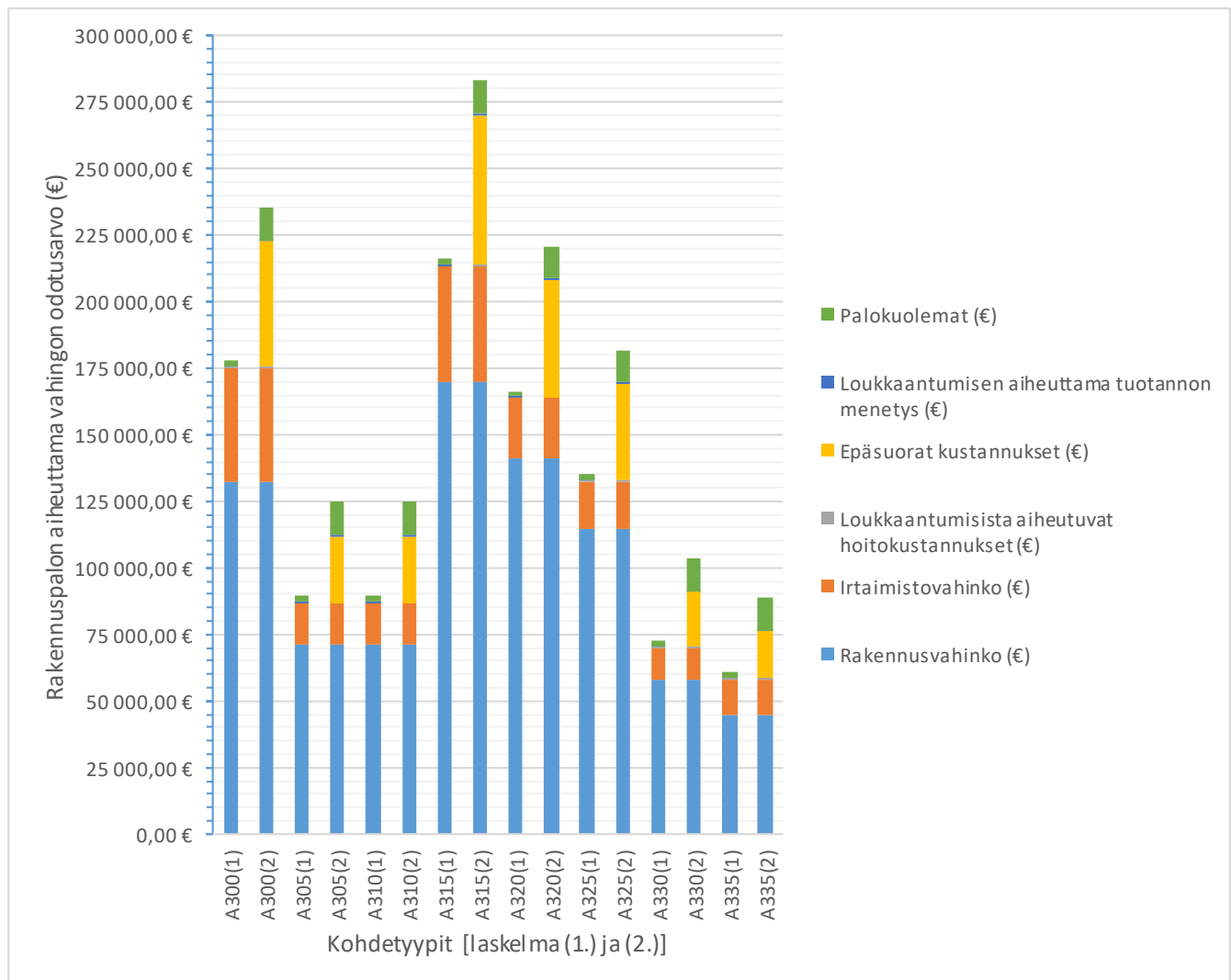
Vastaavat laskelmat opetus- ja päiväkotirakennuksia sisältävän kohderyhmän A2 osalta on esitelty Kuviossa 6. Laskelmassa 1. rakennuspalojen aiheuttama vahingon määrä vaihtelee kohderyhmän A2 kohteiden osalta 35 327 euron ja 277 033 euron välillä. Laskelman 2. arviot vaihtelevat vastaavasti 44 237 euron ja 304 806 euron välillä. Merkittävimmät kustannukset syntyvät A200-kohteissa ja matalimmat vahingot odotusarvot saadaan kohdetyypissä A210.



Kuvio 6: Opetus- ja päiväkotirakennukset (A2)

Laskelman 1. kokonaiskustannukset koostuvat merkittävältä osin rakennus- ja irtaimistovahingoista, ja laskelman 2. kokonaiskustannukset koostuvat merkittävältä osin myös palokuolemista ja epäsuorista kustannuksista. Ero kahden laskelman välillä on huomattavasti pienempi kuin edellisessä A1-tarkastelussa. Laskelman 2. arvot ovat suhteellisesti tarkasteltuna noin 25 prosenttia korkeampia kuin Laskelman 1. arvot, paitsi kohdetyypissä A200, jossa muutos noin +10 prosenttia. Rahamitallisesti tarkasteltuna suurin muutos (noin 51 000€) tapahtuu A215-kohdetyypissä.

Kuviossa 7 tarkastellaan kokoontumis- ja liikerakennusten ryhmää A3. Laskelmaan 1. perustuvat vahingon odotusarvot asettuvat 30 570 euron ja 216 000 euron välille. Laskelman 2. odotusarvot ovat merkittävästi korkeammat, arvojen vaihdellessa 54 145 euron ja 283 000 euron välillä. Korkeimmat kustannukset syntyvät keskimäärin A315 kohteissa, ja matalimmat kustannukset toteutuvat kohdetyypin A335 rakennuksissa.

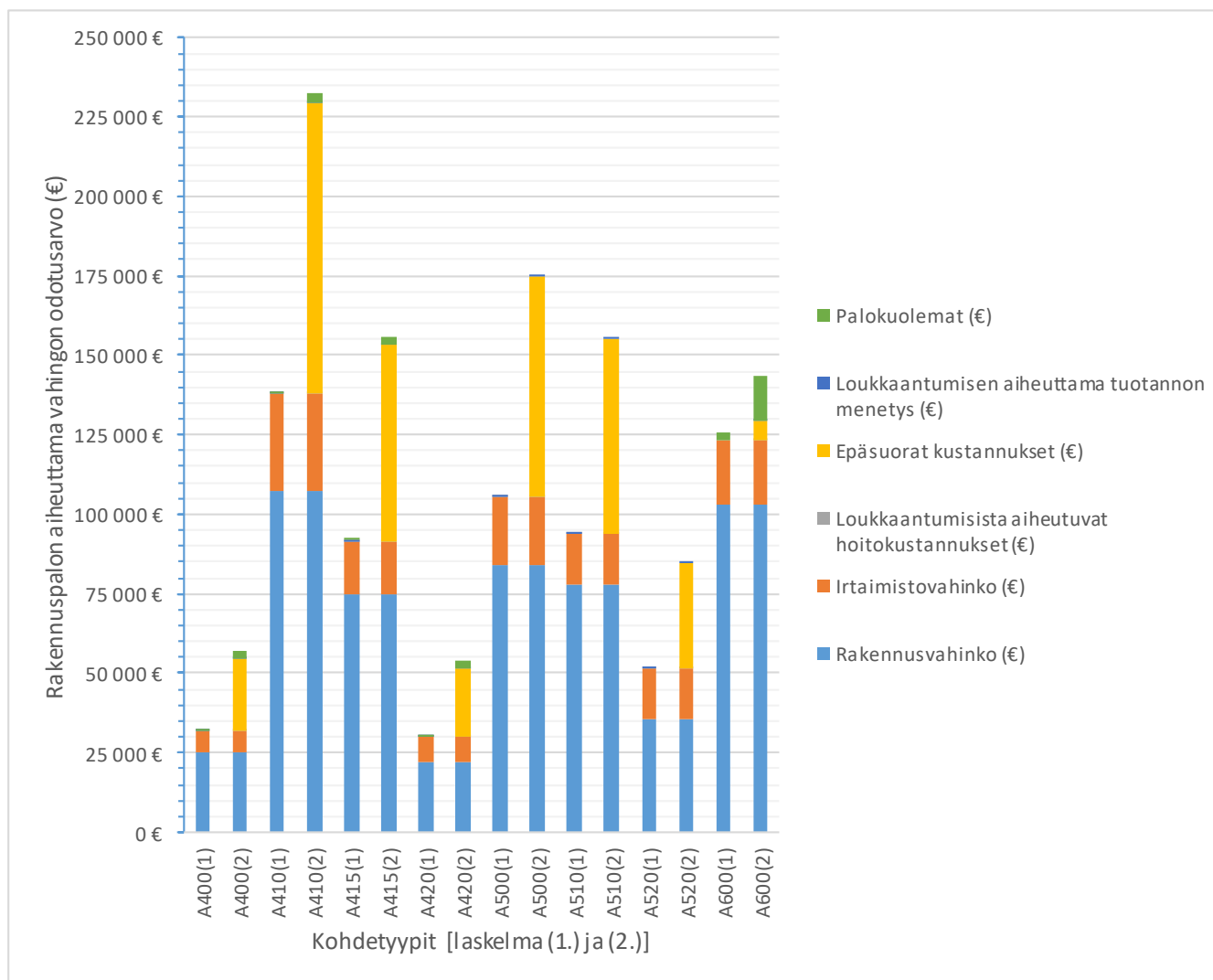


Kuvio 7: Kokoontumis- ja liikerakennukset (A3)

Laskelman 1. kokonaiskustannukset koostuvat jälleen merkittävältä osin rakennus- ja irtaimistovahingoista, ja Laskelman 2. kokonaiskustannukset koostuvat merkittävältä osin myös palokuolemista ja epäsuorista kustannuksista. Keskimäärin Laskelman 2. arviot ovat noin 31-43

prosenttia korkeammat kuin Laskelman 1. arvot. Suurin rahamittallinen muutos havaitaan kohdetyypissä A315, jossa lisäystä on noin 67 000 euroa.

Kuviossa 8 tarkastellaan teollisuus- ja varastorakennuksia (A4), maatalusrakennuksia (A5) ja toimistorakennuksia (A600). A4-kohderyhmässä Laskelmaan 1. perustuvat vahingon odotusarvot asettuvat 30 570 euron ja 138 500 euron välille, ja Laskelman 2. odotusarvot ovat merkittävästi korkeammat arvojen vaihdella 54 145 euron ja 232 300 euron välillä. Korkeimmat kustannukset syntyvät keskimäärin teollisuusrakennuksissa (A410), ja matalimmat kustannukset toteutuvat varastorakennuksissa (A420).

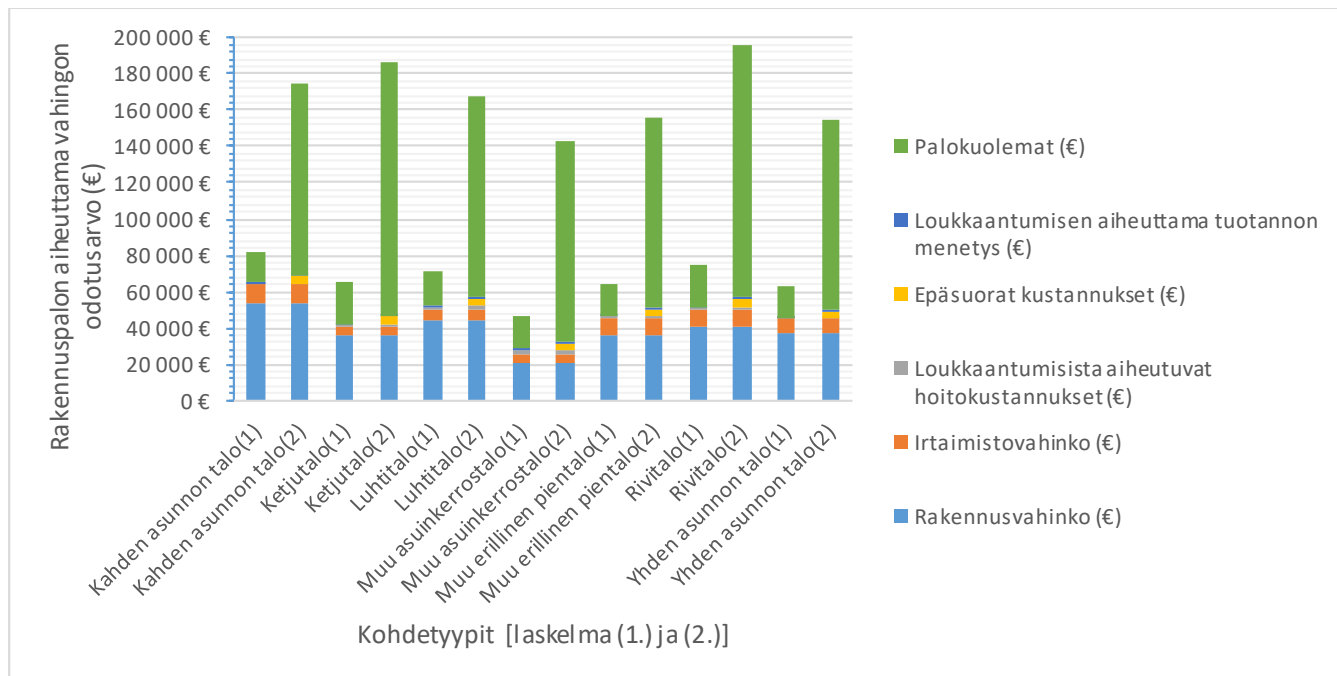


Kuvio 8: Teollisuus- ja varastorakennukset (A4), maatalusrakennukset (A5) ja toimistorakennukset (A600)

Kohderyhmässä A5 Laskelmaan 1. perustuvat vahingon odotusarvot asettuvat 51 400 euron ja 125 600 euron välille. Laskelman 2. odotusarvot ovat merkittävästi korkeammat, arvojen vaihdellessa 84 900 euron ja 174 600 euron välillä. Korkeimmat kustannukset syntyvät keskimäärin A500 kohteissa. Matalimmat kustannukset toteutuvat kohdetyypin A520 kohdetyypin rakennuksissa.

Laskelman 1. kokonaiskustannukset koostuvat taas pääosin rakennus- ja irtaimistovahingoista, ja Laskelman 2. kokonaiskustannukset koostuvat lisäksi merkittävältä osin epäsuorista kustannuksista. Laskelma 2. antaa keskimäärin 67–77 prosenttia korkeammat arvot kohderyhmässä A4 ja noin 65 prosenttia korkeammat arvot kohderyhmässä A5. Toimistorakennusten osalta (A600) kasvua on noin 14 prosenttia. Suurimmat rahamittalliset muutokset syntyvät kohdetyypeissä A410 (93 700€) ja A500 (68 800€).

Asuinkohteita on tarkasteltu Kuviossa 9. Laskelmaan 1. perustuvat vahingon odotusarvot asettuvat 46 500 euron ja 82 200 euron välille. Laskelman 2. odotusarvot ovat merkittävästi korkeammat, arvojen vaihdellessa 142 600 euron ja 196 000 euron välillä. Korkeimmat kustannukset syntyvät keskimäärin kahden asunnon taloissa ja matalimmat kustannukset asuinkerrostaloissa.



Kuvio 9: Asuinkohteet

Laskelman 1. kokonaiskustannukset koostuvat merkittävältä osin rakennus- ja irtaimistovahingoista, kuten muissakin vertailuryhmissä, ja Laskelman 2. kokonaiskustannukset koostuvat rakennus- ja irtaimistovahinkojen lisäksi merkittävältä osin myös palokuolemien aiheuttamista kustannuksista.

Laskelmien väliset erot ovat suhteellisesti suurimpia asuinkohteissa. Laskelman 2. arvot ovat kaikissa asuinrakennuksissa yli kaksinkertaiset. Korkein suhteellinen muutos syntyy asuinkerrostaloissa (noin +206%). Rivitalojen osalta kasvua Laskelman 1. arvoihin on rahamitallisesti suurin (noin 121 600€). Laskelmien välinen ero on erityisen suurta henkilövahinkojen arvottamisesta johtuen ja korostuu, koska asuinkohteissa henkilövahinkojen odotusarvo on suurin.

3.3.3 Tietojärjestelmän puutteet

Estimointitulosten luotettavuus vaihtelee eri kohdetyyppien välillä, mikä johtuu lähinnä kohteiden kirjavasta kirjaamisesta Merlot-tietojärjestelmään. Lisäksi epäluotettavuutta aiheutuu vaikeudesta kohdentaa onnettomuushavainnot oikeisiin valvontakohteisiin. Tämä johtuu siitä, että valvonnan suoritteet kohdistetaan yleensä yhteen rakennukseen eli ns. pääkohteeseen, mutta käytännössä

valvonnan suorite saattanut kohdistua useampaan rakennukseen. Aineisto ei siis välttämättä sisällä valvontasuoritteita kaikkiin rakennuksiin niiden rakennustunnusten alla, joihin valvontasuorite on kirjattu. Samalla kuitenkin onnettomuushavainnot kohdistetaan juuri siihen rakennukseen, jossa rakennuspalo tai rakennuspalovaara on tapahtunut. Lähtökohtaisesti korkeimpien kriittisyysluokkien kohdetyyppien, kuten sairaaloiden osalta luotettavuus on vahvempaa.

Monissa kohdetyypeissä kohde on käsitelty ns. alisteisena kohteena, jolloin valvontatoimenpide ei näy aineistossa. Toimintatapa, jossa valvontakohde määrittyy ns. pääkohteeksi (eli tilastoiduksi) ei ole erityisen läpinäkyvä tai systemaattinen, mikä heikentää arvioinnin luotettavuutta. Myös alueellisia eroja on olemassa. Muutamille pelastusalueille tehty lomakepohjaiset kyselyt eivät antaneet yksiselitteisiä vastauksia, mutta karkea arvio on, että A1-ryhmän erityiskohteet ovat havaintoaineistoltaan luotettavampia kohdetyyppejä. Asuinkohteiden osalta luotettavuus on jonkin verran vahvempaa, sillä yhden ja kahden talouden asuinkohteet ovat aina tilastollisia kohteita. Sen sijaan kerros- ja rivitaloasunnoissa tilastollisen virheen mahdollisuus on olemassa.

Vaikuttavuusanalyysien tulokset osoittavat, että keskimääräisessä kustannusvaikuttavuudessa voidaan havaita eroja eri kohdetyyppien välillä vain harvoissa poikkeustapauksissa. Tämä johtuu erityisesti edellä käsitellyistä tietojärjestelmään ja kirjaamisprosesseihin liittyvistä puutteista. Keskimääräisten kustannusten perusteella voidaan silti arvioida sitä, miten vaikuttavaa kohdetyyppin valvonnan tulisi olla, että se olisi samalla tasolla muihin kohdetyyppeihin nähden.

Aineisto-ongelmat aiheuttavat suurta epävarmuutta vaikuttavuuden mittaamisessa. Ongelmat johtuvat suurelta osin käytössä olevien tietojärjestelmien välisistä eroista tietojen keräämisessä ja kirjaamisessa. Helpoimmin ratkaistavia ovat tilanteet, joissa tieto on periaatteessa sama, mutta eri järjestelmissä eri muodossa. Tämän tyyppisiä ongelmia aiheuttavat esimerkiksi erot kohteen paikallistamisessa (osoite- vs. koordinaattitiedot) ja rakennuksen tunnistetiedoissa (kiinteistö- vs. rakennustunnus). Erilaisista tietotyypeistä johtuvat haasteet voidaan korjata suhteellisen helposti yhdenmukaistamalla tietokannat, joko erikseen tai yhdistämällä tietokannat samaan järjestelmään. Varanto-hanke poistaneekin tämän tyyppiset ongelmat tulevaisuudessa.

Kohdentamiseen liittyvät haasteet syntyvät erilaisessa muodossa olevan tiedon lisäksi toimintatavasta, jolla paikannustiedot kirjataan onnettomuuksille ja valvontatoimenpiteille.

Hätäkeskuksen paikkatiedot (katuosoite ja rakennustunnukset) eivät aina ole erityisen tarkkoja, joka saattaa johtua paikannustavasta, eli manuaalisesta paikannuksesta sähköiseen karttaan. Tämä ei kuitenkaan voi olla ainoa syy, sillä paikannustietojen täsmentäminen kuuluu myös pelastusviranomaisille.

Valvontatoimenpiteiden kirjauksissa havaitut puutteet johtuvat pääosin tietojärjestelmän ominaisuuksista ja toimintatavoista. Pääkohteiden (eli ns. tilastollisten kohteiden) tiedot kirjaantuvat järjestelmään kohdetasolla, mutta pääkohteelle alisteiset ns. alikohteet eivät sisälly tehtyyn poimintaan. Tämä vääristää estimointituloksia ja vähentää tulosten luotettavuutta. Vaikuttavuuden analysoinnin näkökulmasta tämä heikkous on kriittinen, mutta se on tietojärjestelmän kehittämisen kautta helposti korjattavissa.

Estimaattien epävarmuutta aiheutuu myös rakennustietokannan ja Merlot-havaintojen välisestä epäsopivuudesta. Vuosiaineiston kokoaminen edellyttää, että alueen koko rakennuskanta sisältyy paneeleihin. Merlot-poiminnan tiedot eivät kuitenkaan sisällä koko vuosiaineistoa, vaan ainoastaan tiedot suoritetuista valvontatehtävistä. Tämän vuoksi sekä valvotut että valvonnan ulkopuolelle ko. vuonna jääneet kohteet kattava vuosiaineisto on rakennettu erikseen yhdistämällä rakennustiedot ja valvontatiedot.

Rakennustietokanta kertoo rakennuksen muutoshistoriasta rakennusvuoden, viimeisen käyttötavan muutoksen ja mahdollisen käyttöiän päättymisen. Relevanttia tietoa voidaan menettää, jos rakennuksen käyttötarkoitus on muuttunut useamman kerran tarkastelujakson aikana, mutta poiminta huomioi vain rakennuksen viimeisen käyttötarkoituksen. Epätarkkuutta syntyy myös Merlot-kohdetason määrittelystä. Merlot-poiminnan sisältämät kohdetyypit (A-luokitus) sisälsivät rakennusluokituksestaan kohteita, joita ei ole määritelty rakennusluokituksen (1994) mukaisesti. Lisäksi kohdetyyppien palvelutalot (A120), ruokaravintolat (A210) ja Infrastruktuurin kannalta merkittävät rakennukset (A405) osalta rakennusluokitusmäärittelyä ei ole olemassa. Tämä synnyttää epätarkkuutta, kun aineisto on poimittava kahdesta eri tietolähteestä.

Epätarkkuus voitaisiin poistaa kokonaan, jos tietojärjestelmä sisältäisi alueen kaikkien valvontakohteiden historiatiedot vuositasolla, eli jos tietojärjestelmä rakentaisi havaintopaneelin ns. reaaliajassa. Tämän tyyppinen ratkaisu ei edellyttäisi ylimääräistä tiedontuotantoa, koska

valvontatiedot ja alueen rakennustiedot päivitetään vuosittain nykyisessäkin tilanteessa. Paneeliaineiston rakentaminen tietojärjestelmän sisällä helpottaisi myös aineiston teknistä analysointia pienentämällä käsiteltävää tietomassaa.

3.3.4 Havaitut estimaatit

Huolimatta havaittujen estimaattien heikkouksista, kustannus–, vaikuttavuus– ja hyötyanalyysien antama informaatio antaa mahdollisuuden soveltaa kustannus–vaikuttavuus– ja kustannus–hyötyanalyysia keskussairaalat sisältävän kohdetyyppin A100 ja vanhainkotirakennuksia ja kehitysvammaisten hoitokoteja sisältävän kohdetyyppin A115 osalta.

Kohdetyyppin A100 vaikuttavuusestimaatit kuvaavat tarkastuksen keskimääräistä onnettomuuden lukumäärää vähentävää vaikutusta. Kohdetyyppin A100 osalta yhden vuoden viiveellä havaittava vaikutusestimaattien (1) -0,029183 ja (2) -0,0040998. Kohdetyyppin A115 vastaavat estimaatit olivat – (1) -0,0055 ja (2) -0,0076741.

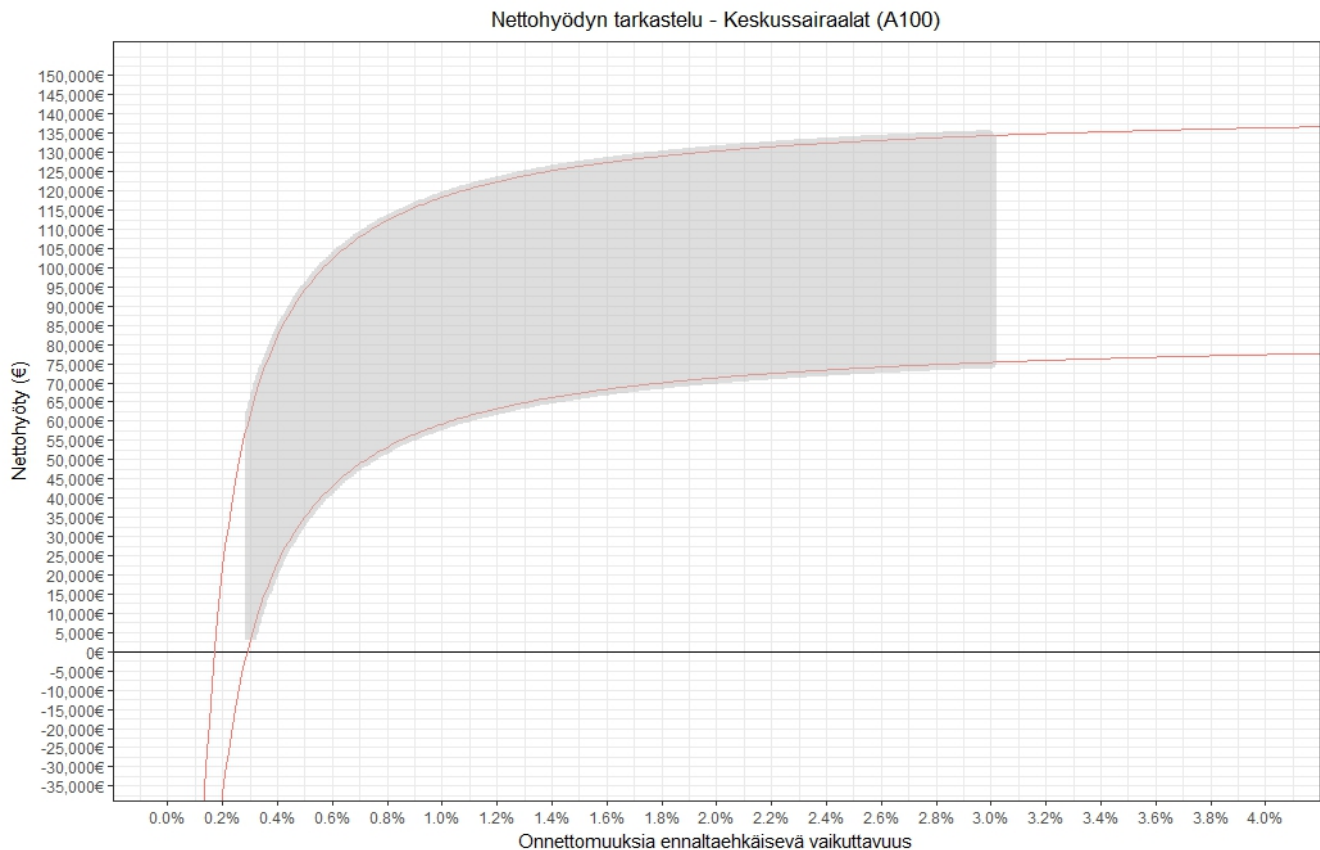
Vaihteluvälit olisivat 95% luottamustasolla $\pm 1,96$ * keskihajonta. Jakaumaoletus on kuitenkin harhainen, jonka kustannus–vaikuttavuus–tarkastelu on tarkoituksenmukaisempaa toteuttaa suuntaa antavilla arvoilla A100 [-0,003., -0,03] ja A115 [-0,003., -0,01]. Määräaikaisen tarkastuksen kustannuksena käytetään 241 euroa (A100) ja 195 euroa (A115).

Keskimääräiset kustannusvaikuttavuussuhteet yhtä ennaltaehkäistyä rakennuspaloa kohden:

$$KVS_1^{A100} = \frac{241\text{€}}{[-0,003, -0,03]} = [80333 \text{ €}, 8033\text{€}]$$

$$KVS_1^{A115} = \frac{195\text{€}}{[-0,003, -0,01]} = [65000\text{€}, 19500\text{€}]$$

Syntyvää nettohyötyä voidaan arvioida yhdistämällä määräaikaisen palotarkastuksen kustannus, arvioitu valvontatoimenpiteen vaikuttavuus sekä vaikuttavuudesta seuraava hyöty. Kuviot 9 ja 10 esittävät syntyvää nettohyötyä. Kuviossa nettohyöty kuvaa yhden ennaltaehkäistyn rakennuspalon tuottamaa nettohyötyä yhteiskunnalle annetulla vaikuttavuuden tasolla A100 [-0,003., -0,03] ja A115 [-0,003., 0,01]. Määräaikaisen tarkastuksen kustannuksena käytetään 241 euroa (A100) ja 195 euroa (A115).



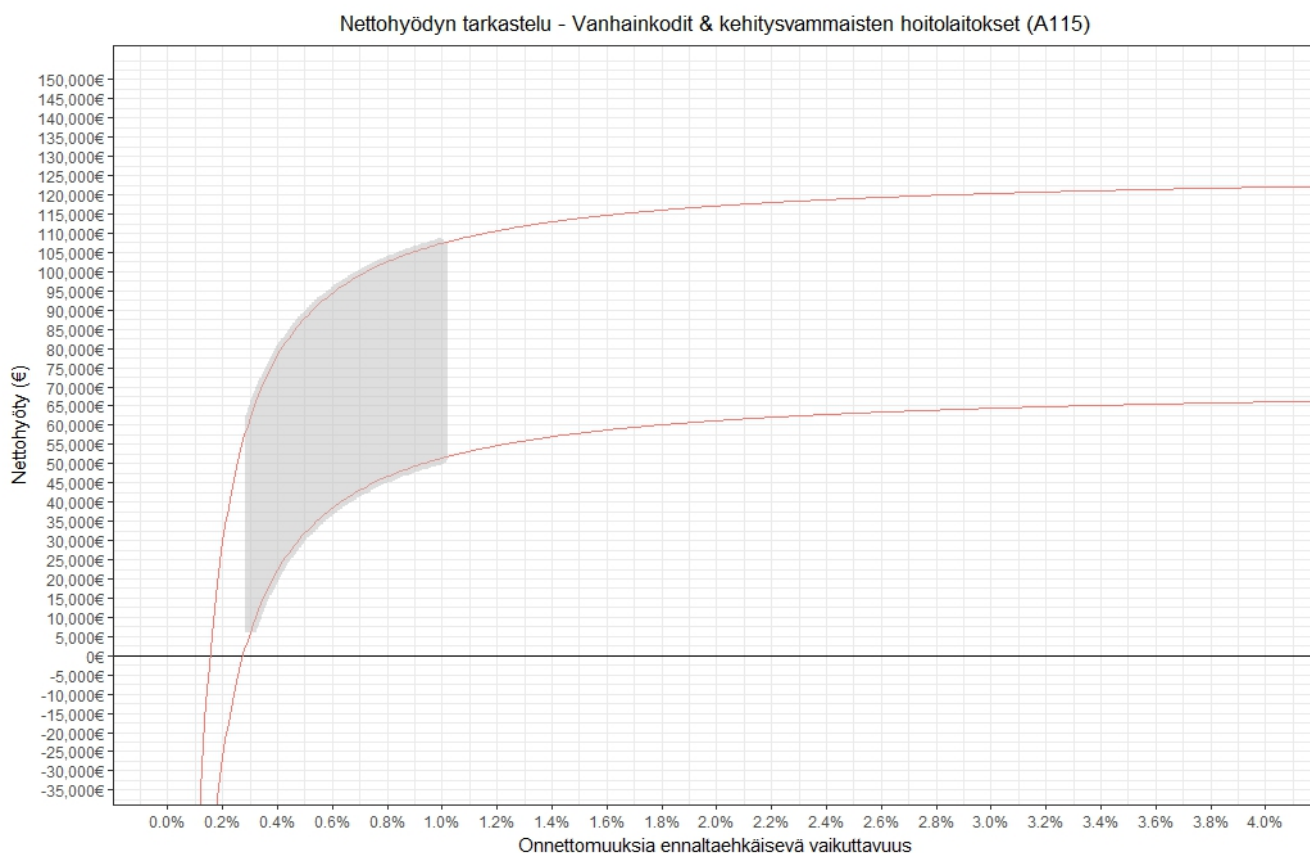
Kuviot 10. Ennaltaehkäistyn rakennuspalon nettohyöty A100

Kuviossa 10 harmaa alue kuvaa tulosten pohjalta arvioitua nettohyödyn tasoa. Harmaa alue rajautuu laskelman 1. parametreilla laskettuja nettohyötyarvojen (alempi kuvaaja) ja laskelman 2. parametrien arvoilla (ylempi kuvaaja) laskettujen nettohyötykäyrien väliin 3 prosentin ja 0,3 prosentin vaikuttavuustasoilla.

Estimoidulla vaikuttavuudella palotarkastusten tuottama nettohyöty yhteiskunnalle on merkittävä.

Alhaisemmalla vaikuttavuuden tasolla 0,3% saavutetaan nettohyöty välillä 3007€ – 62 060 € ja

korkeammalla 3% tasolla 75 367€ – 134 420€.



Kuviot 11. Ennaltaehkäistyn rakennuspalon nettohyöty A115

Kuviossa 11. harmaa alue kuvaa tulosten pohjalta arvioitua nettohyödyn tasoa. Alue rajautuu laskelman 1. parametreilla laskettuja nettohyötyarvojen (alempi kuvaaja) ja laskelman 2. parametrien arvoilla (ylempi kuvaaja) laskettujen nettohyötykäyrien väliin 3 prosentin ja 0,3 prosentin vaikuttavuustasoilla.

Estimoidulla vaikuttavuudella palotarkastusten tuottama nettohyöty yhteiskunnalle on merkittävä.

Alhaisemmalla vaikuttavuuden tasolla 0,3% saavutetaan nettohyöty välillä 6060€ – 61 991€ ja

korkeammalla 1% tasolla 51 462€ – 107 393€.

Keskimääräistä nettohyötyä voidaan tarkastella myös yhtä suoritetta eli yhtä määraaikaista palotarkastusta kohden. Tällöin on kuitenkin huomioitava mittakaava eli palotarkastusten lukumäärä on oletettava korkeaksi ja toiminta jatkuvaksi. Yhden tarkastuksen tuottama nettohyöty laskelman 2. parametreilla marginaalisella vaikutuksella 0,3% – 3% olisi kohdetyypin A100 tapauksessa 4033€ – 186€ ja kohdetyypin A115 tapauksessa vaikutuksella 0,3% – 1% välillä 1074€ – 186€. Vastaavat nettohyödyt laskelman 1. arvoilla olisivat kohdetyypin A100 tapauksessa 2261€ – 9€ ja kohdetyypin A115 tapauksessa välillä 515€ – 18€.

Valitettavasti määraaikaisten palotarkastusten vaikuttavuuden mittaaminen sisältää nykyisillä tietolähteillä epävarmuutta, jonka vuoksi yksittäisten vaikuttavuuden piste–estimaattien hyödyntäminen ei ole mahdollista lukuun ottamatta kohdetyyppejä A100 ja A115, jotka nekin sisältävät epävarmuutta. Sen sijaan kustannus–hyötyajattelu ja laskelman tarjoama kehys tarjoaa tavan arvioida toiminnan potentiaalista hyötyä ja eri tekijöiden kokoluokkaa. Kehys mahdollistaa toiminnan vaikuttavuudesta seuraavan yhteiskunnallisen hyödyn tarkastelun ja toiminnan arvioimisen suhteessa toiminnan tuottamaan potentiaaliseen hyötyyn.

Alla olevaan Taulukkoon 8 on koottu arviot kohdetyyppikohtaisista marginaalisen vaikutuksen raja–arvoista, joita suuremmat vaikuttavuuden tasot tuottavat positiivisen nettohyödyn yhteiskunnalle. Taulukkoon on koottu Laskelmaan 1. ja Laskelmaan 2. perustuvat raja–arvot vaikuttavuustasoille ja ne vaikuttavuustasoa vastaavat tarkastusten määrät, joilla toiminnan nettohyöty yhteiskunnalle olisi nolla (eli toiminta aiheuttaisi yhtä paljon kustannuksia kuin hyötyjä).

Taulukon 8 kolmannessa ja viidennessä sarakkeessa esitetään marginaaliset vaikuttavuuden tasot ja neljännessä ja kuudennessa sarakkeessa esitetään tarkastusten lukumäärät. Tarkastusten lukumäärät ovat enimmäismääriä, joilla tulisi saavuttaa vähintään yksi ennaltaehkäisty rakennuspallo. Jos rakennuspalon ennaltaehkäisy vaatisi esitettyjä lukumääriä enemmän tarkastuksia, nettohyöty olisi negatiivinen ja toiminta ei olisi yhteiskunnallisesti kannattavaa.

Taulukko 8: Marginaalisen vaikutuksen ja positiivisen nettohyödyn raja-arvot

Kohdetunnus (Merlot)	Kustannus (€) määräaikainen palotarkastus	Laskelma 1.		Laskelma 2.	
		Marginaalinen vaikutus (-) nettohyödyllä	Tarkastusten lukumäärä Nettohyödyllä	Marginaalinen vaikutus (-) nettohyödyllä	Tarkastusten lukumäärä nettohyödyllä
		0	0	0	0
A100	241	0,0029	346	0,0017	591
A105	196	0,0065	154	0,0026	388
A110	167	0,0013	779	0,0008	1203
A115	195	0,0027	364	0,0015	652
A125	186	0,0049	204	0,0022	461
A130	170	0,0057	175	0,0023	443
A135	171	0,0012	826	0,0008	1255
A140	140	0,0020	491	0,0013	780
A145	152	0,0035	283	0,0019	533
A200	148	0,0005	1876	0,0005	2064
A205	164	0,0012	826	0,0010	1033
A210	178	0,0051	198	0,0040	248
A215	188	0,0009	1082	0,0007	1353
A220	152	0,0029	342	0,0023	428
A300	197	0,0011	904	0,0008	1197
A305	136	0,0015	657	0,0011	916
A310	130	0,0015	688	0,0010	961
A315	152	0,0007	1417	0,0005	1856
A320	138	0,0008	1202	0,0006	1596
A325	131	0,0010	1033	0,0007	1391
A330	153	0,0021	474	0,0015	678
A335	183	0,0030	331	0,0021	485
A400	144	0,0045	225	0,0025	396
A410	167	0,0012	829	0,0007	1390
A415	169	0,0018	544	0,0011	920
A420	168	0,0055	182	0,0031	322
A500	142	0,0013	747	0,0008	1233
A510	122	0,0013	769	0,0008	1270
A520	141	0,0027	364	0,0017	601
A600	154	0,0012	816	0,0011	934
Kahden asunnon talo	65	0,0008	1268	0,0004	2693
Ketjutalo	65	0,0010	1003	0,0003	2872
Luhtitalo	65	0,0009	1094	0,0004	2578
Muu asuinkerrostalo	65	0,0014	718	0,0005	2200
Muu erillinen pientalo	65	0,0010	988	0,0004	2412
Rivitalo	65	0,0009	1149	0,0003	3025
Yhden asunnon talo	65	0,0010	973	0,0004	2394

Taulukon 8 sarakkeissa 4 ja 6 ilmoitettu tarkastusten lukumäärä nettohyödyllä 0 on joissakin tapauksissa käytännöllisempi tapa hahmottaa kohdetyyppien välisiä eroja. Vaadittava tarkastusten lukumäärä vaikuttavuuden minimitasolla on hyvin erilainen esimerkiksi kohdetyyppien A105 ja A110 välillä. Tämä merkitsee sitä, että yhdestä vaikuttavuusyksiköstä saatava rahamitallinen hyöty on selvästi korkeampi kohdetyypin A110 rakennuksissa kuin kohdetyypin A105 rakennuksissa. Kohdetyypille A110 kohdistetun määräaikaisen tarkastuksen suorittamiseen olisi siis perusteltua käyttää enemmän panoksia sillä perusteella, että vaikuttavuusyksikön tuottama hyöty on siinä suurempi.

Yleisesti voidaan havaita, että potentiaalinen hyöty on suuri kaikissa kohdetyypeissä suhteessa toiminnasta aiheutuviin kustannuksiin. Yhtä ennaltaehkäistyä rakennuspaloa varten voidaan suorittaa huomattava määrä palotarkastuksia ja yhteiskunnalle tuottama nettohyöty on silti positiivinen. Lisäksi toimenpiteen vaikuttavuutta kehittämällä voidaan saavuttaa merkittäviä nettohyötyjä, vaikka vaikuttavuuden muutos olisi hyvin marginaalinenkin.

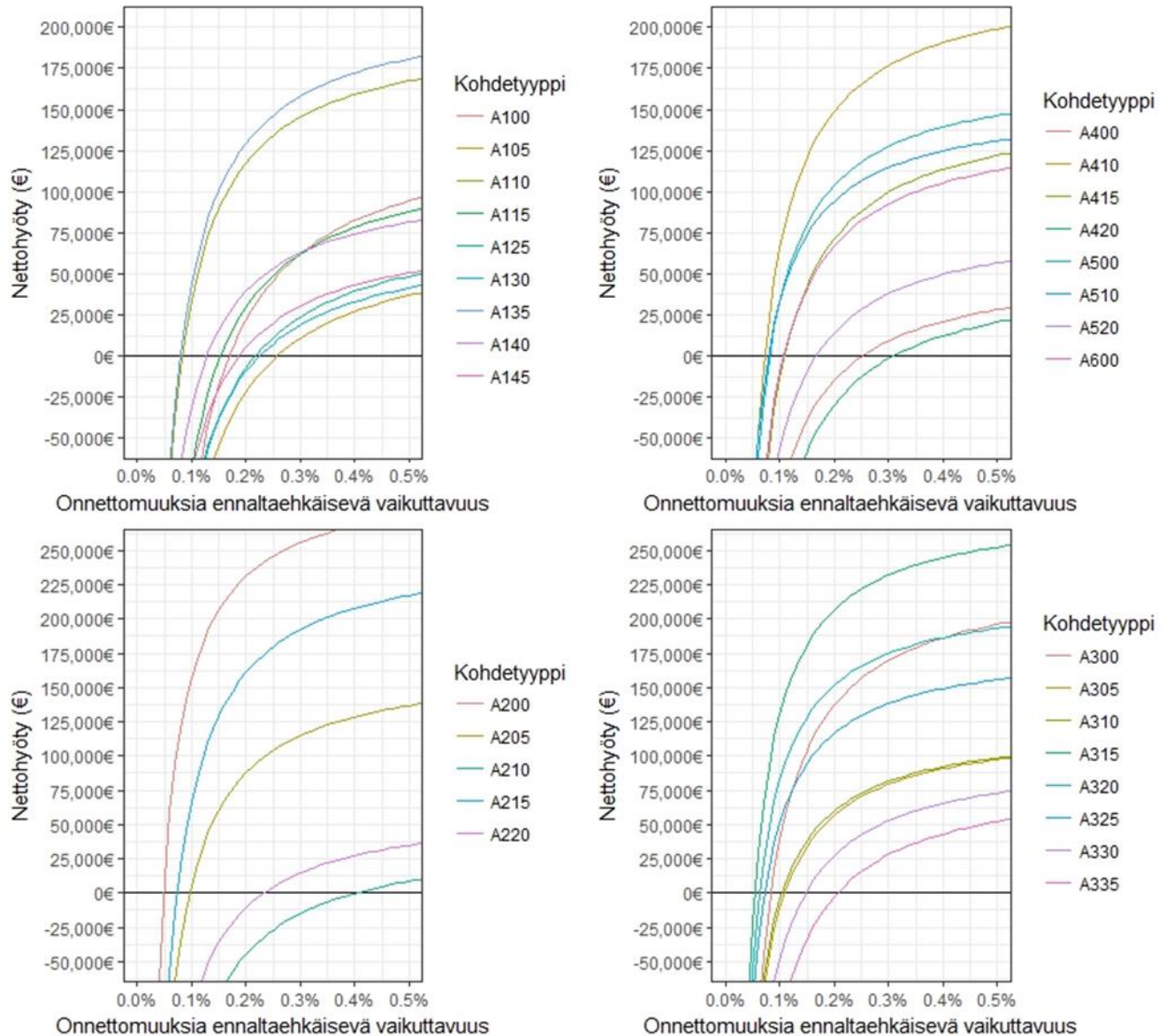
3.3.5 Nettohyödyn havainnollistus

Edellä esitellyt havainnot kertovat, että ennaltaehkäisevällä toiminnalla on yhteiskunnallisen kannattavuuden näkökulmasta suuri potentiaalinen vaikuttavuus. Kuvioissa 12 havainnollistetaan graafisesti nettohyödyn kehittymistä, kun tarkastellaan yhden rakennuspalon ennaltaehkäisemiseen syntyviä kustannuksia ja hyötyjä. Laskelmat perustuvat laskelman 2. mukaisiin rakennuspalovahinkojen odotusarvoihin.

Kuvion vaaka-akseli kuvaa ennaltaehkäisevien palotarkastusten rakennuspaloja ennaltaehkäisevää vaikuttavuutta, joka voidaan nähdä keskimääräisenä marginaalisena vaikutuksena. Keskimääräinen marginaalinen vaikuttavuus kohteiden riskitasoihin voidaan nähdä vaikeasti mitattavissa olevana ja teoreettisena käsitteenä, jonka vuoksi vaikuttavuus voidaan esittää vaihtoehtoisesti myös intuitiivisemmin ennaltaehkäisevien palotarkastuksien suhteellisena osuutena. Jälkimmäinen tulkinnan mukaan 0,5 prosentin vaikuttavuus tarkoittaisi siis noin 200 määräaikaista palotarkastusta per yksi ennaltaehkäisty rakennuspallo.

Kuvion pystyakseli kuvaa vastaavasti määräaikaisen tarkastuksen tuottamaa nettohyötyä. Käyrät esittävät jokaisen kohdetyyppin osalta laskettuja keskimääräisiä nettohyödyn tasoja annetulla vaikuttavuuden tasoilla. Tarkastelun avulla voidaan hahmottaa taso, jolla nettohyöty on positiivinen ja toiminta on yhteiskuntataloudellisesti kannattavaa.

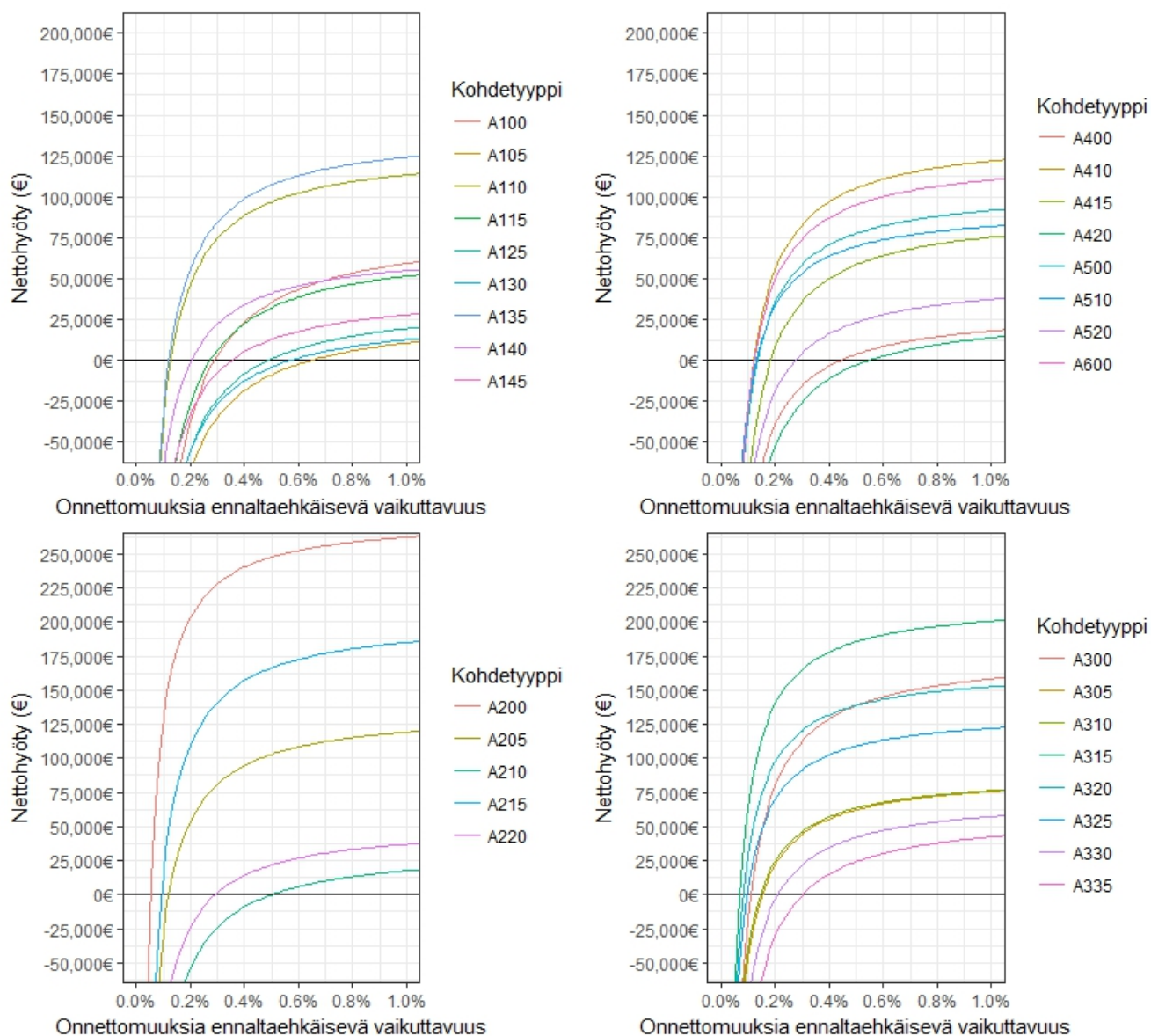
Tarkastelemalla kuvaajaa voidaan havaita miten hyvin alhaisillakin ennaltaehkäisevien palotarkastuksien osuuksilla, voidaan saavuttaa positiivinen nettohyöty. Yhteensä 12 kohdetyyppin kohdalla, prosenttiosuus laskee alle 0,1 prosentin ja tuottaa silti positiivisen nettohyödyn. Heikoimmassakin tapauksessa (A210) positiivisen nettohyödyn edellyttämä taso on 0,4 prosenttia (A210).



Kuvio 12: Nettohyödyn kehittyminen ja vaikuttavuus

Eroja kohderyhmien välillä voidaan havaita sekä kuvaajan muodossa, että sijainnissa. Korkeimmat nettohyödyt syntyvät luonnollisesti kohdetyypeissä, joissa vahingon odotusarvo on kaikkein korkein. Kuvaajat eivät myöskään juuri risteä, eli nettohyödyn mukainen järjestys ei juuri vaihtelee kohdetyyppien välillä.

Kuviossa 13 esitetään nettohyödyn tarkastelu laskelman 1. arvoilla, jotka eivät huomioi mm. haitan epäsuoria kustannuksia tai onnettomuuksien aiheuttamaa inhimillistä kärsimystä.



Kuvio 13: Nettohyödyn kehittyminen ja vaikuttavuus

Laskelman 1. sisältämät haitan odotusarvot ovat selkeästi matalampia, jonka vuoksi nettohyödyn taso annetuilla vaikuttavuuden tasoilla on matalampi. Samalla positiiviseen nettohyödyn edellyttämät vaikuttavuuden tasot ovat korkeammat, korkeimmillaan noin 0,7 prosentin tasolla.

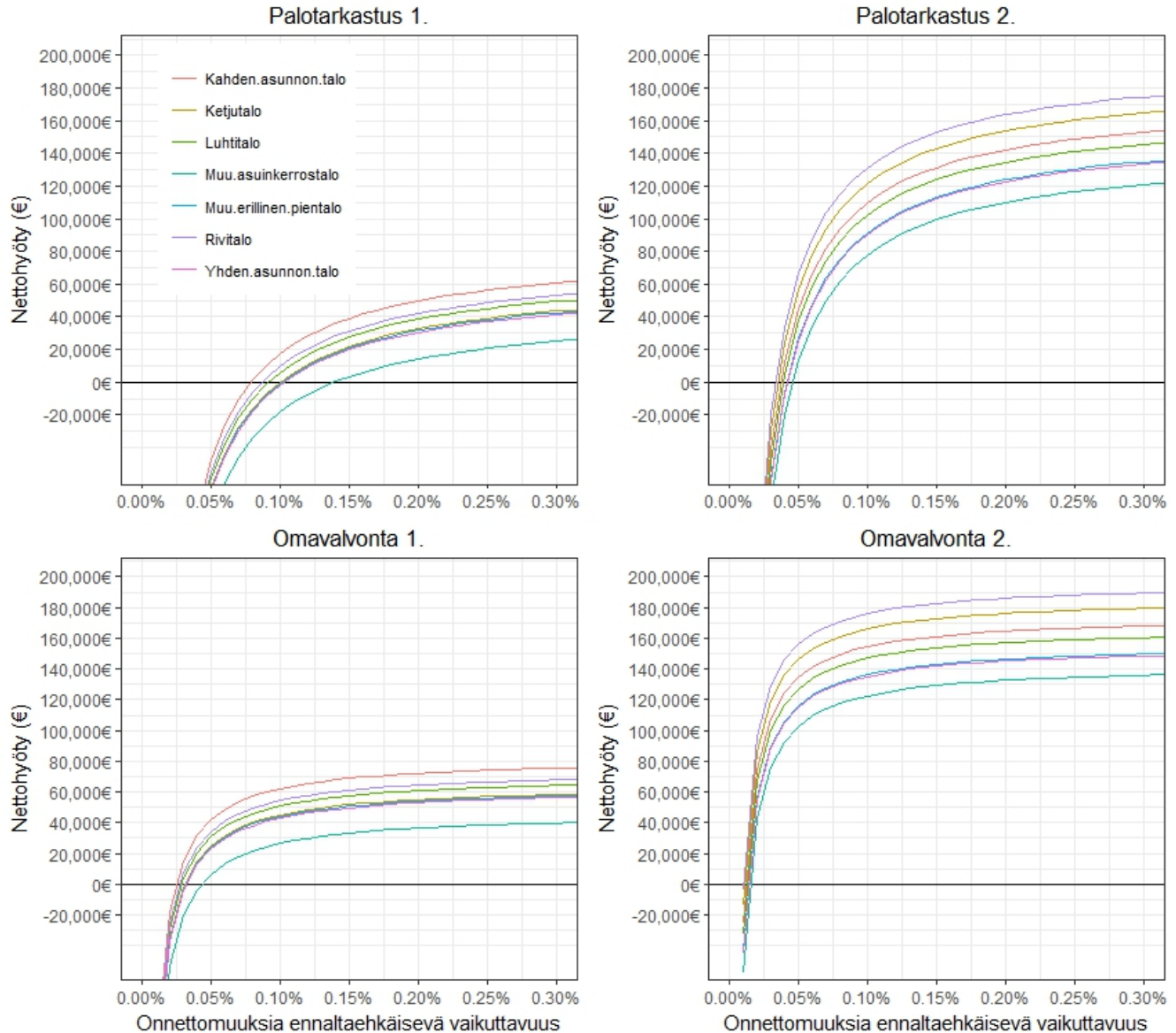
Kuvio 14 esittää asuinkehteiden nettohyötytarkastelun tuloksia. Kuviot Palotarkastus 1. ja Omavalvonta 1. sisältävät laskelman 1. arvoilla laskettuja nettohyötyjä annetulla vaikuttavuudella ja

vastaavasti kuviot Palotarkastus 2. ja Omavalvonta 2. sisältävät laskelman 2. arvoilla laskettuja nettohyötyjä annetulla vaikuttavuudella.

Toimenpiteen keskimääräisinä kustannuksina on käytetty perinteisen palotarkastuksen osalta 65 euron kustannusta ja omavalvonnan osalta 20 euron kustannusta. On kuitenkin huomioitava, että useilla pelastuslaitoksilla valvontaa on toteutettu hieman eri tavoin ja toimenpiteen kustannukset todennäköisesti vaihtelevat suuresti riippuen asutokohteen ominaisuuksista. Omavalvonnan osalta kustannuksia ei ole erikseen arvioitu.

Laskelman 2 arvoihin pohjautuvat nettohyötytarkastelut tuottavat luonnollisesti korkeamman laskennallisen nettohyödyn eri vaikuttavuuden tasoilla. Asuinrakennuksien nettohyötytarkastelu tuottaa positiivisia nettohyötyjä verrattain alhaisilla vaikuttavuuden tasoilla erityiskohteisiin nähden. Positiivisen nettohyödyn tuottava vaikuttavuus on keskimäärin selvästi alle promillen.

Hajonta eri asuinkohteiden välillä on suhteellisen vähäistä verrattuna erityiskohteisiin. Sen sijaan nettohyötyjen laskentaan hyödynnettyjen vaihtoehtoisten laskelmien 1. ja 2. tuottamat nettohyödyt eroavat suuresti. Tämä johtuu eroista henkilövahinkojen arvostuksessa. Yhden asunnon talo edustaa esimerkkiä kohdetyypistä, jossa henkilövahinkojen suhteellinen osuus kokonaishaitasta on suurin. Tämän vuoksi myös vaihtoehtoisilla laskelmien välillä on muihin kohdetyyppeihin nähden suurin suhteellinen ero. Ero nettohyödyn tasossa on noin 90 000 euroa 0,1 prosentin vaikuttavuuden tasolla.



Kuvio 14: Nettohyöty ja vaikuttavuus asuinkohteissa

Edellä esitetyt minimiarvioilla eli laskelman 1. arvoilla lasketut tulokset nettohyödyn ja vaikuttavuuden suhteesta aliarvioivat nettohyötyjen todellista tasoa. Alhaisimmilla arvoilla tuotetut laskelmat edustavat ehdotonta minimitasoa, joka kertoo suorista taloudellisista haitoista, joita ennaltaehkäisevällä toiminnalla voidaan välttää. Tämä tekee tuloksista yksiselitteisiä ja antaa päätöksentekijälle mahdollisuuden arvottaa inhimillisiä tekijöiden merkitystä erikseen.

Korkeimmat estimaatit tuottavat laskelmat sisältävät inhimillisiä tekijöitä, joiden arvioiminen perustuu asiantuntijatyöhön. Lisäksi arvot tarjoavat vertailukelpoisempia estimaatteja, kun arvioita verrataan esimerkiksi liikenneturvallisuuteen liittyviin laskelmiin. Voidaan siis ajatella, että tarkastelutavasta riippuen todellinen nettohyöty sijaitsee laskelman 1. arvoja korkeammalla.

3.3.6 Resurssien allokaatio

Määräaikaisten palotarkastusten osalta on syytä ottaa huomioon myös kustannusten jakaantuminen eri tarkastuskohteiden kesken. Kohdetyyppitasoiset erot johtavat tarkastuksista seuraavien kustannusten suhteellisten osuuksien vaihteluun. Kokonaiskustannusten suhteellinen osuus kertoo, miten resurssit kohdistuvat kohdetyyppitasolla.

Alla oleva Taulukko 9 esittää määräaikaisiin palotarkastuksiin käytettyjen resurssien kohdistumista eri kohdetyypeille vuosina 2008–2014. Taulukon toinen sarake sisältää kohdetyyppikohtaisten tarkastusten lukumäärät ja kolmas sarake niiden suhteelliset osuudet taulukossa esiintyvien kohdetyyppien joukossa. Neljännessä sarakkeessa esitetään tarkastuksista seuraava kokonaiskustannus tarkastelujaksolla ja kustannusten suhteellinen osuus. Viidennessä ja kuudennessa sarakkeessa esitetään vahinkojen odotusarvot Laskelmien 1. ja 2. tuottamina lukuina.

Taulukko 9: Määräaikaisten palotarkastusten resurssit 2008–2014

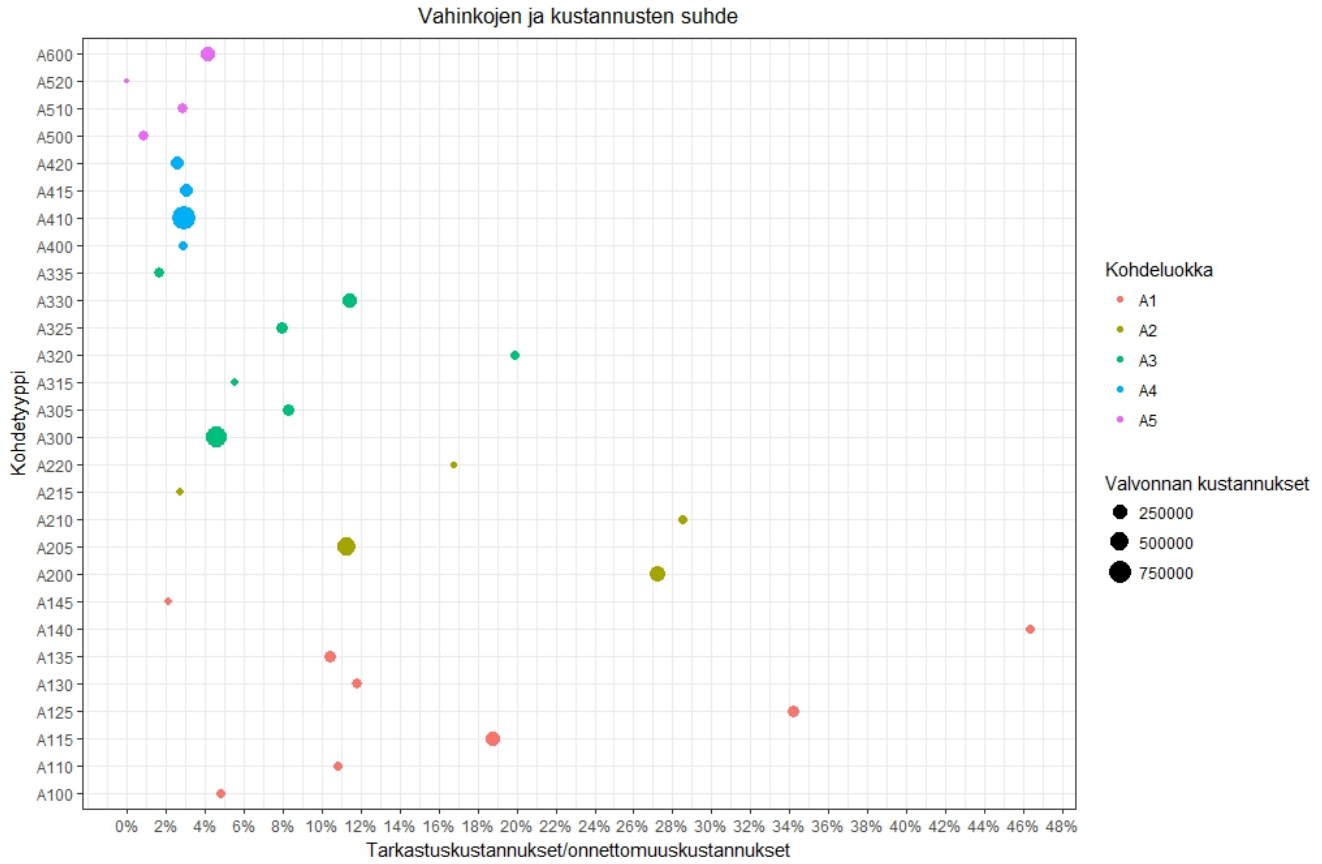
Kohdetyyppi	Tarkastusten lukumäärä	Suhteellinen osuus	Kokonais-kustannukset	Suhteellinen osuus	Vahingon odotusarvo Lask. 1.	Vahingon odotusarvo Lask. 2.
A100	369	0,65 %	88 929 €	0,99 %	83 407 €	142 460 €
A105	303	0,53 %	59 388 €	0,66 %	30 147 €	75 885 €
A110	522	0,91 %	87 174 €	0,97 %	130 075 €	200 795 €
A115	1867	3,26 %	364 065 €	4,06 %	70 920 €	126 851 €
A120	1128	1,97 %	–	–	–	–
A125	1482	2,59 %	275 652 €	3,08 %	37 962 €	85 654 €
A130	760	1,33 %	129 200 €	1,44 %	29 650 €	75 263 €
A135	1407	2,46 %	240 597 €	2,68 %	141 322 €	214 853 €
A140	958	1,68 %	134 120 €	1,50 %	68 898 €	109 405 €
A145	472	0,83 %	71 744 €	0,80 %	42 897 €	80 804 €
A200	4597	8,04 %	680 356 €	7,59 %	277 033 €	304 806 €
A205	4813	8,42 %	789 332 €	8,81 %	135 626 €	169 612 €
A210	719	1,26 %	127 982 €	1,43 %	35 327 €	44 237 €
A215	321	0,56 %	60 348 €	0,67 %	203 850 €	254 892 €
A220	174	0,30 %	26 448 €	0,30 %	52 077 €	65 175 €
A300	6749	11,80 %	1 329 553 €	14,83 %	177 866 €	235 323 €
A305	2191	3,83 %	297 976 €	3,32 %	89 273 €	124 582 €
A310	925	1,62 %	120 250 €	1,34 %	89 273 €	124 582 €
A315	380	0,66 %	57 760 €	0,64 %	215 900 €	282 865 €
A320	762	1,33 %	105 156 €	1,17 %	166 356 €	220 935 €
A325	1847	3,23 %	241 957 €	2,70 %	135 064 €	181 821 €
A330	3135	5,48 %	479 655 €	5,35 %	72 429 €	103 527 €
A335	772	1,35 %	141 276 €	1,58 %	60 651 €	88 804 €
A400	479	0,84 %	68 976 €	0,77 %	32 356 €	57 091 €
A405	384	0,67 %	–	–	–	–
A410	9761	17,07 %	1 630 087 €	18,19 %	138 531 €	232 279 €
A415	1666	2,91 %	281 554 €	3,14 %	92 221 €	155 868 €
A420	1810	3,16 %	304 080 €	3,39 %	30 571 €	54 145 €
A500	827	1,45 %	117 434 €	1,31 %	105 777 €	174 589 €
A505	1180	2,06 %	–	–	–	–
A510	951	1,66 %	116 022 €	1,29 %	94 085 €	155 297 €
A520	25	0,04 %	3 525 €	0,04 %	51 393 €	84 855 €
A600	3455	6,04 %	532 070 €	5,94 %	125 599 €	143 757 €
Yhteensä	57191	100,00 %	8 962 666 €	100,00 %	–	–

Taulukosta 9 näkyy, että palotarkastuksiin käytetyt resurssit jakaantuvat suhteellisen epätasaisesti. Eniten resursseja kohdistuu A300 ja A410 kohdetyypin rakennuksiin ja vähiten kohdetyypin A520 ja A220 kohdetyypin rakennuksiin.

Kohdetyyppitason kokonaiskustannuksia ja rakennuspalosta aiheutuvan vahingon odotusarvoa tarkastelemalla (Laskelmat 1. ja 2.) voidaan saada kuvaa siitä, miten vaikuttavaa toiminnan on tarkastelujaksolla oltava, jotta toiminta olisi nettohyödyltään positiivista. Toiminnan kokonaiskustannukset 7 vuoden ajanjaksolta ovat 12 tapauksessa matalammat kuin Laskelman 2. oletuksilla laaditun yhden rakennuspalon aiheuttaman haitan kustannus. Vastaavasti Laskelman 1. oletuksilla laaditut vahingon kustannukset ovat viidessä tapauksessa korkeammat kuin seitsemän vuoden aikana syntyneet kokonaiskustannukset. Ko. kohdetyypeissä olisi siis voitu saavuttaa positiivinen nettohyöty jo yhdellä ennaltaehkäistyllä rakennuspalolla.

Taulukon 9. kustannuksia laskettaessa hyödynnettiin auditoivan palotarkastuksen kustannusarvioita, jonka vuoksi kokonaiskustannukset todennäköisesti ovat todellisuudessa matalammat. Tämä siitä syystä, että palotarkastuksen sisältö on muuttunut erityisesti vuoden 2010 jälkeen, jolloin auditoiva palotarkastus yleistyi Suomessa. Tästä syystä on parempi tarkastella kustannuksia vuoden 2010 jälkeen, jolloin toimenpiteiden kustannukset ovat vertailukelpoisempia.

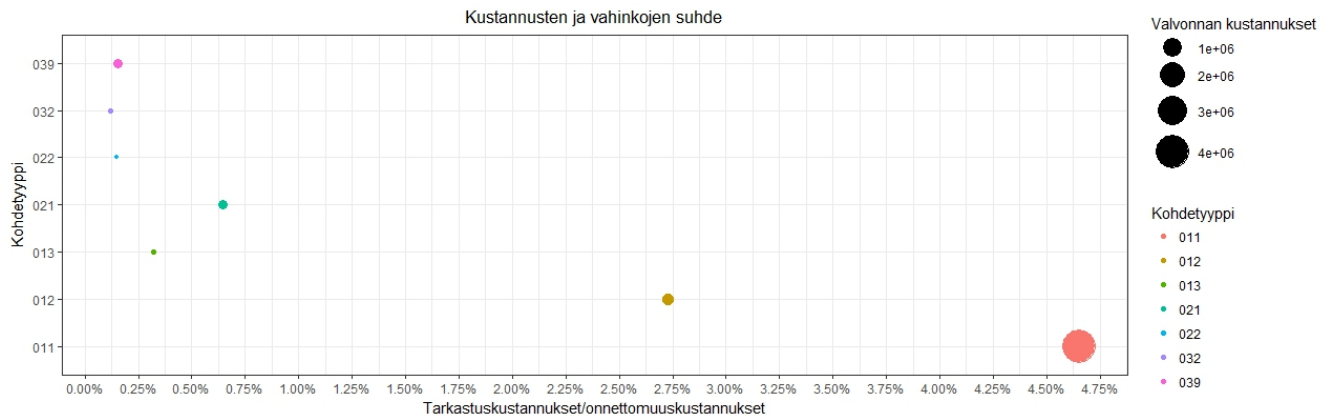
Kuvio 15 esittää kustannusten mittasuhteet, jossa valvonnan kustannukset on suhteutettu rakennuspalojen aiheuttaman haitan määrään. Kuvio perustuu laskelman 2. haitan odotusarvoihin.



Kuvio 15. Valvonnan kustannusten ja onnettomuusvahinkojen suhde

Kuvion perusteella voidaan havaita resurssien kohdistamisessa selkeitä eroja kohdeluokkien ja kohdetyyppien välillä. Kohdeluokan A1 ja A2 kohteiden määräaikaiseen valvontaan resurssoidaan keskimäärin enemmän resursseja kuin kohdeluokkien A3, A4 ja A5 ja esimerkiksi kohdetyyppien A300 ja A410 korkeat euromääräiset valvontakustannukset eivät vaikuta erityisen korkeilta, kun kustannukset suhteutetaan onnettomuuksien aiheuttamiin haittoihin. Näyttääkin selvältä, että erityiskohteissa resursseja ei kohdenneta toteutuneiden haittojen pohjalta vaan resurssiallokaatiota ohjaavat muut tekijät.

Kuvio 16 kuvaa vastaavaa suhdetta asuinkehteissa (011 Yhden asunnon talot, 012 Kahden asunnon talot, 013 Muut erilliset pientalot, 021 Rivitalot, 022 Ketjutilat, 032 Luhtitalot ja 039 Muut asuinkehteet).



Kuvio 16. Valvonnan kustannusten ja onnettomuus haittojen suhde – Asuinkohteet

Määräaikaisten palotarkastusten kustannusta arvioitaessa oma valvonnan kustannuksena käytettiin 10 euroa ja perinteisen määräaikaisen palotarkastuksen osalta arvoa 65 euroa. Merlot aineisto sisälsi havaintoja, jotka sisälsivät useita määräaikaisia tarkastustoimenpiteitä samassa kohteessa saman vuoden aikana. Aineiston sisältämää tietoa käsiteltiin olettamalla enintään yksi määräaikainen palotarkastus vuoden aikana. Oletus laski havaintojen määrää noin 9000 havainnolla.

Tarkastelu osoittaa, että asuinkohteisiin kohdistetut resurssit ovat vuosina 2011–2014 olleet erityisen matalat verrattuna erityiskohteisiin. Lisäksi asuinkohteiden välillä voidaan havaita suuria eroja niin absoluuttisesti kuin suhteellisestikin tarkasteltuna. Eniten resursseja kohdistetaan yhden ja kahden asunnon rakennuksiin. Muiden rakennusten osalta kustannus–vahinko–suhde jää reilusti alle yhden prosentin vastaavalle tasolle kuin erityiskohteissa A500 ja A520. Sekä erityiskohteissa, että asuinkohteissa voidaan havaita vuositasen muutoksia, jotka ovat esitelty tarkemmin liitteessä 2.

3.4 Pohdintaa

Ennaltaehkäisevän toiminnan vaikuttavuutta on tarkasteltu määräaikaisten palotarkastusten vaikuttavuuden kautta. Tämä perustuu pitkälti käytettävissä olevan tiedon antamiin mahdollisuuksiin. Nykyisten tietoa-aineistojen antamat edellytyksen kohdetyyppikohtaiseen tarkasteluun ovat rajalliset. Vaikuttavuuden loppumuuttujana olisi teoriassa voitu tarkastella palokuolemia ja onnettomuuksista seuraavaa haittaa, mutta vähäisen havaintoaineiston vuoksi loppumuuttujina on käytetty rakennuspaloja ja rakennuspalovaaroja.

Kustannus-vaikuttavuusanalyysin tuottama tieto ei nykyisellä tietoaaineistolla tarjoa juurikaan hyödynnettävää tietoa palvelujen allokatiopäätöksen tueksi, sillä vain harvassa kohdetyypissä saadaan merkitseviä vaikuttavuusestimaatteja. Nekin ovat tarkkuudeltaan ainoastaan suuntaa-antavia. Parempi tietoaaineisto antaisi estimointiin paremmat edellytykset. Haasteista huolimatta paneeliaineistojen analyysimenetelmät voivat tulevaisuudessa tarjota arvokasta tietoa toiminnan kehittämisen ja suunnittelun näkökulmasta.

Jo kustannus–vaikuttavuustarkastelun keskeiset tekijät eli kustannukset ja vaikuttavuus antavat informaatiota palvelun kehittämiseksi (esimerkiksi heikkojen tulosten esiin nostamat kehittämistarpeet tietyissä kohdetyypeissä). Keskimääräinen kustannus-vaikuttavuus ei ole suoraan kytköksissä toiminnan varsinaisiin tavoitteisiin eli onnettomuuksien aiheuttaman haitan estämiseen eli hyötyyn. Tältä pohjalta resurssien optimointi tapahtuisi puhtaasti vaikuttavuuden näkökulmasta. Tätä voidaan pitää menetelmän heikkoutena resurssien optimointitavoitteen näkökulmasta.

Sen sijaan kustannus-hyötyanalyysin tuottamat tulokset ovat suoraan yhteydessä tavoitteisiin menetelmän sisältämän hyötynäkökulman johdosta. Kustannus-hyötyanalyysi tuottaa tavoitteisiin nähden selkeämpiä indikaattoreita, sillä toiminnan vaikuttavuuden lisäksi se huomioi vaikuttavuudella saavutettavan hyödyn. Hyötynäkökulmaa voidaan pitää yhtenä keskeisimpänä ohjaavana indikaattorina allokatiivisen tehokkuuden eli resurssien optimaalisen kohdentamisen näkökulmasta. Toiminnan tuottama potentiaalinen nettohyöty eroaa eri kohdetyyppien osalta, mutta samalla tarkastelu osoittaa miten merkittävää hyötyä ennaltaehkäisevällä toiminnalla on teoriassa mahdollista saavuttaa kaikissa kohdetyypeissä.

Pelkästään kustannus–hyötytarkastelun avulla tarkasteltava kohdetyyppikohtainen potentiaalinen nettohyöty tarjoaa tietoa strategisen suunnittelun ja johtamisen apuvälineenä. Samalla tarkastelu tuottaa tietoa niistä vaikuttavuuden tasoista, joita määräaikaikaiselta palotarkastukselta tulisi edellyttää. Tieto nettohyödyn tasosta antaa puitteet tavoiteasetannalle ja toimii samalla toiminnan arvioinnin apuvälineenä. Vastaava tarkastelu on mahdollista tehdä myös muiden valvontatoimenpiteiden osalta, mutta se edellyttää nykyistä parempaa tiedon käsittelyä, jotta tarvittava tietotarve voidaan täyttää.

Menetelmien soveltaminen ei näytä tarjoavan informaatiota lyhyen aikavälin kehityksestä. Paneeliaineiston estimointi antaa aineiston niin salliessa, tietoa eri kohdetyypeille kohdistettavien

valvontasuoritteiden keskimääräisistä marginaalisista vaikutuksista. Tulosten avulla on mahdollista arvioida toiminnan kehittämistarpeita ja löytää kehityskohteita kohdetyyppitasolla.

Keskimääräiset vaikutukset eivät kuitenkaan kerro toimipaikkakohtaisen vaikuttavuuden kehittymisestä lyhyellä aikavälillä, eivätkä siten välittömistä paikallisista toimenpidetarpeista. Valitulla tarkastelunäkökulmalla voidaan pikemminkin havaita muutoksia keskipitkällä ja pitkällä ajanjaksolla eli tarkastelujakso tulisi olla vähintään neljä vuotta, jotta tulokset olisivat riittävän luotettavia. Vaikuttavuuden kehittäminen lyhyellä aikavälillä edellyttäisi yksinkertaisempia ja nopeampia indikaattoreita, joissa paneelianalyysin edellyttämää dataa voidaan myös hyödyntää.

Hall jr., Flynn ja Casey (2008) ovat kartoittaneet ennaltaehkäisevän toiminnan lyhyen aikavälin ohjaukseen soveltuvia mittareita. Tunnuslukuja ja niiden muutoksia seuraamalla voidaan tehdä johtopäätöksiä tarvittavista toimenpiteistä lyhyemmän aikavälin havaintojen pohjalta ja kehittää mm. kohteiden määrittelyä ja tiedon keräämistä. Tällainen indikaattori on esimerkiksi seuraava:

$$A_{Kohderyhmä A} = AI/AUI = \frac{DI/NI}{DUI/NUI}$$

jossa AI on onnettomuuksien suhteellinen määrä tarkastetuissa ja ΔAUI on onnettomuuksien suhteellinen määrä tarkastamattomissa kohteissa. DI on onnettomuuksien määrä tarkastetuissa kohteissa, NI tarkastettujen kohteiden lukumäärä, ja vastaavasti DUI onnettomuuksien määrä tarkastamattomissa kohteissa ja NUI tarkastamattomien kohteiden määrä. Kohderyhmän määrittäminen kohteiden varsinaisten, onnettomuusriskiin vaikuttavien ominaisuuksien avulla tarjoaisi varmasti kehitysmahdollisuuksia suhteessa rakennustyyppi tai rakennuksen käyttötarkoitukseen perustuvaan luokitteluun, sillä valvontakohteet saattavat olla joissakin kohdetyypeissä paloturvallisuuden näkökulmasta erittäin heterogeenisia.

Valvonnan vaikuttavuus todennäköisesti vaihtelee huomattavasti kohdetyyppien välillä ja jopa kohdetyypin sisällä, minkä vuoksi voi olla hyödyllistä seurata valvonnan piirissä olevia kohteita riskilukujen ja niissä tapahtuneiden muutosten mukaan. Indikaattori voisi olla esimerkiksi muotoa

$$B = \frac{Az}{Nz},$$

jossa Az on onnettomuuksien lukumäärä riskiluvun z omaavissa tarkastuskohteissa, ja Nz on riskiluvun z omaavien tarkastuskohteiden määrä.

Valvonnan suorien vaikutusten mittaaminen ja seuranta voivat mahdollistaa myös erilaisten laskennallisten vaikuttavuus-indikaattoreiden hyödyntämisen. Laskennallista vaikuttavuutta arvioimalla vahinkoriskiä kasvattavien tekijöiden painoja (w_i), seuraamalla valvonnan havaitsemien ja poistamien riskitekijöiden määrää tarkastuskäynneillä x_i .

$$\frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} = W,$$

missä n on tarkastustoimenpiteiden määrä annetulla tarkastelujaksolla. Laskemalla valvonnan avulla poistettujen ja riskiä alentavien painotettujen määrää, voidaan laskea suhdeluku W , joka kertoo ennaltaehkäisevän vaikutuksen määrän annetulla valvontakäyntien määrällä n . Tämän lähestymistavan haasteena on määritellä eri tekijöiden aiheuttama paloturvallisuusriski eli riskitekijöiden painotettu arvo ja havaintojen luotettava ja johdonmukainen seuranta organisaatioiden sisällä, että organisaatioiden välillä.

4 Operatiivisen toiminnan kustannus-hyötytarkastelu

4.1 Operatiivinen pelastustoiminnan kustannukset ja hyödyt

Varsinaiset pelastustehtävät synnyttävät välittömiä kustannuksia, mutta pääosa kustannuksista syntyy valmiuden ylläpidosta. Valmiuden ylläpito tarkoittaa useissa tapauksissa myös vaikutusta toimintavalmiusaikaan eli pelastuslaitoksen reagointikykyyn hälytystehtävissä. Kokonaiskustannuksia, jotka syntyvät operatiivisen pelastustoiminnan valmiudesta ja hälytystehtävistä on Suomessa arvioitu vuosina 2007-2010 (Määttälä 2010).

Pelastuslaitosten toiminta aiheutti tarkastelun mukaan keskimäärin 418 miljoonaa euron kustannukset vuodessa. Pelastustoiminnan osuus pelastuslaitosten koko toimintaan kohdistuneista menoista vaihteli 47,5% – 88,8% välillä pelastuslaitosten kokonaismenoista. Lisäksi pelastustoiminnan osuus pelastuslain mukaisista tehtävistä ja niihin liittyvien toimintoihin kohdistuneista kustannuksista vaihteli 58,8% - 98,7% välillä. Suurta hajontaa saattaa selittää kustannuksien kirjaamisessa esiintyneet erot pelastuslaitosten välillä.

Kokonaisuudessaan pelastustoiminnan kulut näyttäisivät esiteltyjen tietojen perusteella olevan noin 68 prosenttia pelastuslaitosten kokonaiskuluista (20 pelastuslaitoksen kulurakenteen perusteella laskettuna). Pelastustoiminnan osuus pelastuslain mukaisista tehtävistä ja niihin liittyvien toimintojen kustannuksista oli vastaavasti noin 82 prosenttia. Pelastuslaitosten pelastuslain mukaisista tehtävistä ja niihin liittyvien toimintojen kustannuksien määräksi vuosina 2007–2010 arvioitiin keskimäärin noin 352 miljoonaa euroa. (Määttälä 2010). Olettamalla kustannusten jakautumisen samanlaiseksi kuin Määttälän vuoden 2010 tilinpäätösanalyysissä, pelastustoiminnan kustannukset olisivat noin 289 miljoonaa euroa.

Pelastustoimen operatiivisen toiminnan hyötyjen arvioiminen eroaa tarkastelukulmaltaan merkittävästi valvontatoimenpiteiden vaikuttavuuden mittaamisesta. Valvontatoiminnan vaikuttavuutta voidaan teoriassa mitata suhteellisen luotettavasti ekonometrisilla estimointimenetelmillä, mutta operatiivisen toiminnan hyötyjen arviointi on lähtökohtaisesti paljon kvalitatiivisempaa. Tämä johtuu siitä, että pelastustehtävistä koostuvan operatiivisen toiminnan

raportointi sisältää toiminnan luonteen mukaisesti arvioita toiminnan vaikutuksista kaikissa onnettomuustilanteissa.

Yksi keskeisimmistä operatiivisen pelastustoiminnan hyötyvaikutuksista on tulipalon aiheuttaman haitan rajoittamisesta. Vahingon rajoittamisesta syntyvät suorat hyödyt koostuvat rajoitetuista omaisuushaitoista, estetyistä palokuolemista ja loukkaantumisista. Vahingon rajoittamisesta seuraavat epäsuorat hyödyt syntyvät mm. liiketoiminnalle ja ympäristölle kohdistuvien haittojen rajoittamisesta. Sekä suorien, että epäsuorien hyötyjen arvioiminen on varsin virhealtista ja vaativaa asiantuntijatyötä.

Vahingon rajoittamisesta aiheutuvien suorien hyötyjen arvioimisessa voidaan käyttää arvioita rakennuspalojen aiheuttamista haitoista. Omaisuushaittojen osalta ne perustuvat Haahtela-indeksiin (Haahtela kehitys Oy), joka toimii alkutietona selosteen laatijalle. Selosteen laatija voi halutessaan muuttaa laskurin laskemaa arvoa, mikäli laskelman arvot poikkeavat laatijan omasta arviosta. Haahtela indeksi on PRONTOon integroitu vahinkolaskuri, jonka taustalla toimii Haahtela-kehitys Oy:n kehittämä Hinnan arviointi -järjestelmä. Vahinkolaskuri arvioi euromääräiset vahingot huomioiden onnettomuuden ilmoitusajan, rakennustyyppin, rakennuksen sijaintikunnan, rakennuksen iän tai kunnon, rakennuksen kerrosalan sekä välittömien (palon, savun ja noen aiheuttamien) ja välillisten (pelastustoiminnasta aiheutuneiden) vahinkojen pinta-alat ja laadut. Taulukossa 10 on esitetty arviot rakennuspalojen aiheuttamista kustannuksista vuosina 2010-2014.

Taulukko 10: Onnettomuusvahingot 2010-2014, lähde: Kokki 2014

	2010	2011	2012	2013	2014	Keskimäärin
Kerrosala asuinrakennuspaloissa (m²)	88347	71934	84976	73592	75394	78849
Rakennus-, irtaimistovahinko rakennuspaloissa (milj.€)	162	131	123	120	141	135
Rakennuspaloissa uhattuna ollut omaisuus (milj. €)	6800	2970	5452	4104	2838	4433
Palanut maastoala (ha)	919	909	219	743	1325	823
Palanut metsäala (ha)	519	589	89	469	888	511
Liikennevälinepalo(milj.€)	25	20	25	20	26	23
Muu tulipalo (milj. €)	6	6	9	26	9	11

Taulukon 10 perusteella rakennus- ja irtaimistovahinkojen osuus vaikuttaa suhteellisen vakaalta yli vuosien. Sen sijaan rakennuspaloissa uhattuna olleen omaisuuden arvo vaihtelee voimakkaasti

vuositasolla. Korkeimmillaan arviot uhatun omaisuuden arvosta nousevat 6,8 miljardiin euroon ja alhaisimmillaankin ne ovat noin 2,8 miljardia euroa. Keskimäärin uhatun omaisuuden arvo on ollut noin 4,4 miljardia euroa vuodessa. Luvut perustuvat pelastusviranomaisten arvioihin, jotka sisältävät jonkin verran tulkintaa mm. palon leviämisen laajuudesta ja omaisuuserien arvostuksesta.

Yksi merkittävä toiminnan hyöty on tulipalon ihmiselle aiheuttaman vaaran rajoittaminen. Pelastetut ja evakuoitunut ihmiset on lukumääräisesti esitetty Taulukossa 11.

Taulukko 11: Pelastetut ja evakuoitunut ihmiset, lähde: Kokki 2014

Onnettomuustyyppi	2012	2013	2014
Rakennuspalo	1243	1930	3361
Liikennevälinepalo	42	83	15
Muu tulipalo	25	24	31
Liikenneonnettomuus	1853	1406	1216
Vaarallisten aineiden onnettomuus	293	223	180
Räjähdys, räjähdysvaara	0	301	47
Sortuma, sortumavaara	11	252	1
Ihmisten pelastaminen	2413	2219	2121
Yhteensä	5880	6438	6972

Aiemmin tietoja on kerätty myös muuttujilla "Ihmisiä loukkaantui tai oli välittömässä vaarassa, tai palokunta pelasti tai evakuoit", "Pelastuslaitoksen pelastamia (lkm)" ja "Välittömässä vaarassa olleita (lkm)". Nämä muuttujat poistettiin 31.12.2011, ja sen jälkeen PRONTO:on on kerätty tietoa muuttujille "Pelastuslaitoksen välittömästä vaarasta pelastamat henkilöt (lkm)" ja "Pelastuslaitoksen pelastamat henkilöt, joilla ei välitöntä vaaraa (lkm)".

Taulukko 12 esittää vuosina 2012-2015 pelastuslaitoksen välittömästä vaarasta pelastamien henkilöiden lukumäärät eri onnettomuustyypeissä. Luvut eroavat merkittävästi edellisen taulukon luvuista, joissa on huomioitu myös evakuoitunut.

Taulukko 12: Pelastuslaitoksen välittömästä vaarasta pelastamat henkilöt (lkm), lähde: PRONTO

	2012	2013	2014	2015	Ko.
Ihmisen pelastaminen	470	477	375	377	425
Liikenneonnettomuus	792	581	581	496	613
Liikennevälinepalo	1	5	1	1	2
Muu tulipalo	2	2	0	0	1
Rakennuspalo	107	101	220	92	130
Räjähdykset/räjähdysvaara	0	6	0	0	2
Sortuma/sortumavaara	2	4	1	1	2
Vaarallisten aineiden onnettomuus	1	1	4	0	2
Kaikki yhteensä	1375	1177	1182	967	

Eri onnettomuustyyppien onnettomuustilanteita on hyvin vaikea verrata keskenään henkilön kokeman välittömän vaaran näkökulmasta. Pelastuslaitoksen välittömästä vaarasta pelastamia henkilöitä ja pelastamisesta seuraavaa ehkäistävä haittaa voidaan arvioida eri tavoin, eri vaaratilanteiden aiheuttaman kuoleman- ja loukkaantumisriskin huomioon ottaen. Esimerkiksi auto-onnettomuudessa vaaraan joutunut henkilö on erilaisessa vaarassa onnettomuuden jo tapahduttua, kuin rakennuspalon tilanteessa. Rakennuspalojen tilanteessa evakuoitu ihminen on ollut välittömässä vaarassa altistua savukaasuille ja palovammoille sekä kuolemalle. On myös huomioitava, että ensihoidon palvelut eivät sisälly tarkasteluun alkuperäisen tutkimussuunnitelman mukaisesti.

Taulukossa 13 on tarkasteltu pelastuslaitoksen rakennuspalojen aiheuttaman haitan rajoittamisesta syntyvää hyötyä yhteiskunnalle. Välittömästä vaarasta seuraavaa henkilövahingon riskiä arvioidaan useilla vaihtoehtoisilla skenaarioilla, joilla pyritään haarukoimaan rajoitettua henkilövahinkoa.

Taulukko 13: Henkilövahinkojen skenaariotarkastelu, 1000€

	1. Skenaario		2. Skenaario		3. Skenaario	
	A	B	A	B	A	B
Liikennevälinepalo	630	3838	495	2900	359	1963
Muu tulipalo	315	1919	247	1450	180	981
Rakennuspalo	40950	249445	32144	188515	23338	127585
Räjähdykset/räjähdysvaara	473	2878	371	2175	269	1472
Sortuma/sortumavaara	630	3838	495	2900	359	1963
Vaarallisten aineiden onnettomuus	473	2878	371	2175	269	1472
Yhteensä	43470	264796	34122	200116	24774	135437

Ensimmäisessä skenaariossa välittömästä vaarasta oletetaan seuraavan kuolema. Toisessa skenaariossa oletetaan, että 75 prosenttia välittömästä vaarasta johtaa kuolemaan ja 25% loukkaantumiseen. Kolmannessa skenaariossa välitön uhka johtaisi palokuolemaan 50 prosentin todennäköisyydellä ja loukkaantumiseen 50 prosentin todennäköisyydellä. Palokuoleman kustannuksena käytetään kahta vaihtoehtoista arvoa (A=315 000€, B=1918809€). Loukkaantumisesta seuraavana välittömänä hoitokustannuksena käytetään arvoa 25 000€, ja loukkaantumisesta seuraavaa tuotannon menetykseksi arvioidaan 19 070€.

Laskelmien tarkoituksena on pyrkiä osoittamaan henkilövahinkojen rajoittamisesta seuraavaa hyötyä yhteiskunnalle. Laskelmat sisältävät vain aiheutuvia suoria kustannuksia, ja vaihtoehdon A laskelmat eivät huomioi palokuoleman aiheuttamaa inhimillistä kärsimystä. Vaihtoehdon A luku ja voidaankin tarkastella eräänlaisina minimiarvoina. Skenaarioiden sisältämät oletukset tarjoavat vaihtoehtoisia oletettavia vaaran vakavuudesta, jotka todennäköisesti vaihtelevat riippuen arvion tekijästä. Skenaarioajattelu kertoo myös arvioiden tekemisen haastavuudesta. Vaihtoehdon A laskelmat tuottavat arvoja noin 25 miljoonan eurosta 43 miljoonaan euroon. Vaihtoehdon B laskelmat tuottavat huomattavasti korkeampia tuloksia. Korkeimmillaan tuloksena saadaan noin 265 miljoonaa euroa ja alhaisimmillaan 135 miljoonaa euroa.

Pelastustoiminnan yhteiskunnallinen merkitys on huomattava siitäkin huolimatta, että toiminnan tuottamaa hyötyä tarkasteltiin melko suppeasti. Tarkastelu ei huomioinut suurinta osaa pelastuslaitoksen tuottamista palveluista tai niistä seuraavaa hyötyä. PRONTO sisältää 48 erilaista tehtävää, jotka kaikki tuottavat hyötyjä yhteiskunnalle.

4.2 Vaikuttavuuden määrittely

Pelastustoiminnalla on tietenkin suuri yhteiskunnallinen merkitys. Toiminnan hyödyt ovat suuremmat kuin toiminnasta aiheutuvat kustannukset eli toiminta tuottaa positiivista nettohyötyä yhteiskunnalle. Toiminnan kokonaishyötyjen arvioiminen on tärkeä osa julkisten palvelujen arviointia, mutta kokonaisuuden tarkastelu ei välttämättä tuota välitöntä lisäarvoa toiminnan kehittämisen näkökulmasta.

Pelastustoimen palvelujen optimoinnin näkökulmasta tarkastelu tulee kohdistaa resurssien allokation ja toimintatapojen muutoksista seuraaviin nettohyötyvaikutuksiin. Lähtökohtana on luonnollisesti pidettävä toiminnasta aiheutuvaa hyötyä, joka seuraa omaisuus ja henkilövahinkojen rajoittamisesta. Tarkastelukulma mahdollistaa myös kustannus–hyötyvertailun muihin vaihtoehtoihin vahinkoa vähentäviin toimenpiteisiin.

Pelastustoiminnan vaikutusten arvioiminen ei ole kuitenkaan yksiselitteistä. Vahinkojen kehittymiseen voidaan vaikuttaa todennäköisesti monin eri tavoin. Vahinkoa rajoittavia tekijöitä ovat esimerkiksi toimintavalmiusaika, hälytysyksikköjen määrä, kaluston tekniikka ja riittävyys sekä toimintatavat. Lisäksi rakennuspaloihin liittyvät lukuisia rakenteellisia ja ympäristöön liittyviä tekijöitä, jotka vaikuttavat yksittäisen rakennuspalon kehittymiseen. Tällainen on esimerkiksi tulipalon syttymisen ja havaitsemisen välinen viive. Haasteena on myös hyödynnettävien tilasto- ja mittausaineistojen puutteellisuus, minkä vuoksi arviot palovahingon kasvunopeudesta eivät perustu mitattuun tietoon (Keski–Rahkonen 2015).

Rakennuspalon etenemisnopeutta ja kehittymistä on tutkittu ja mallinnettu vuosikymmenten ajan erilaisten laskennallisten menetelmien, simulaatioiden ja palokokeiden avulla. Keski–Rahkonen (2015) kuvaa vahingon kasvunopeutta erilaisina vaiheina. Vahingon kasvunopeus on yleensä palon alussa pieni, mutta se kiihtyy nopeasti palon vapauttaman energian voimasta, minkä jälkeen nopeus tasaantuu ja lopulta hidastuu. Palotapahtuman luonne ja pelastustoimen vaikuttavuus huomioon ottaen omaisuusvahinkojen kehittymistä on tarkoituksenmukaista käsitellä toimintavalmiusajan ja operaatioajan suhteen. Molempiin suureisiin voidaan vaikuttaa sekä pelastustoiminnan resurssien määrällä, että sen toiminnan organisoinnilla.

Vahingon kasvun kertymä voidaan esittää toimintavalmiusajan funktiona, eli jakauman hasardifunktiona. Hazardifunktio kuvaa mitattavan kokonaisvahingon kehitysvauhtia ja sen muoto noudattaa edellä kuvattuja vahingon kehityksen vaiheita. Hasardifunktion huippukohtaa kutsutaan ”niskan päällä”-ajaksi. (Keski–Rahkonen 2015.)

Kling, Hakkarainen ja Tillander (2014) tutkivat eri osatekijöiden vaikutuksia henkilö- ja omaisuushaittojen määrään asuinpaloissa. Tutkimuksessa esitetään malli, joka perustuu stokastiseen operaatiomallinnukseen. Mallinnustulosten perusteella havaitaan merkitsevä tilastollinen yhteys

toimintavalmiusajan ja palon laajuuden välillä. Tulosten mukaan toimintavalmiusajan systemaattinen kasvattaminen vähentää niiden tapausten määrää, joissa tuhoutunut pinta-ala on pieni, ja kasvattaa niiden tapausten määrää, joissa se on suuri. Mallinnukseen perustuvan tarkastelun perusteella toimintavalmiusajan systemaattinen 5 minuutin muutos (suuntaan tai toiseen) muuttaisi keskimääräistä tuhoutunutta pinta-alaa riskiluokasta riippuen (vastaavasti) 7–26 prosenttia. Tulos kärsii epävarmuustekijöistä, mutta antaa kuitenkin selviä viitteitä toimintavalmiusajan ja omaisuusvahinkojen välisestä yhteydestä.

Paajasen, Hakkaraisen ja Tillanderin (2014) kehittämässä omaisuusvahinkoriskimallissa arvioidaan omaisuusvahinkoriskin määrää eri rakennustyypeissä. Mallilla pyritään ennustamaan rakennuksen tuhoutumisastetta kerrosalan perusteella. Vaikka mallin avulla saatava omaisuusvahinkoriski ei ennusta vahingon todennäköistä suuruutta vaan vahinkopotentiaalia, antavat tulokset viitteitä myös vahingon kehittymisestä toimintavalmiusajan suhteen. Käytetyn aineiston jakaminen kerrosalaluokkiin antaa viitteitä rakennuksen tuhoutumisasteen ja toimintavalmiusajan välisestä käänteisyhteydestä useissa eri rakennusluokissa⁹. Tarkastelun perusteella toimintavalmiusajan piteneminen kasvattaa keskimääräistä tuhoutumisastetta erityisesti suuremmissa kerrosalaluokissa.

Toimintavalmiusajan ja palokuolemien välistä yhteyttä on tarkasteltu erilaisilla tilastollisilla sekä laskennallisilla ja simulointiin perustuvilla malleilla. Kling, Hakkarainen ja Tillander (2014) havaitsivat stokastiseen operaatiomallinnukseen perustuvassa tarkastelussaan, että 1 minuutin toimintavalmiusajan muutos (suuntaan tai toiseen) muuttaa vakavien henkilövahinkojen määrää tarkastelutavasta riippuen (vastaavasti) noin 1–3 prosenttia. Kuolettavat olosuhteet syntyvät kuitenkin todennäköisesti melko nopeasti palon syttymisen jälkeen, minkä vuoksi palokunnan saapuminen kohteeseen voi joka tapauksessa olla liian myöhäistä. Keski-Rahkonen (2015) tarkastelee tätä ilmiötä sovitejakauman avulla ja toteaa, että tapahtuma on usein niin nopea, että ulkopuolelta tuleva apu ei ehdi ajoissa paikalle.

Kansainvälisiä tutkimuksia sekä tilastollista tarkastelua palokuolemariskin ja toimintavalmiusajan suhteesta edustaa Iso-Britannian sisäministeriön Entec UK Ltd:tä teetetty tutkimus. Entec UK Ltd

⁹ Liikerakennukset, teollisuusrakennukset, toimisto-, liikenteen, hoitoalan, kokoontumis-, opetus-, varasto- ja palo- ja pelastustustoimenrakennukset

(1999) tarkastelee asuinkohteiden palokuolemariskiä rakennuspaloaineistolla vuosilta 1984-1997.

Taulukkoon 14 on koottu tutkimuksessa havaitut palokuolemien suhteelliset osuudet eri toimintavalmiusaikaluokissa.

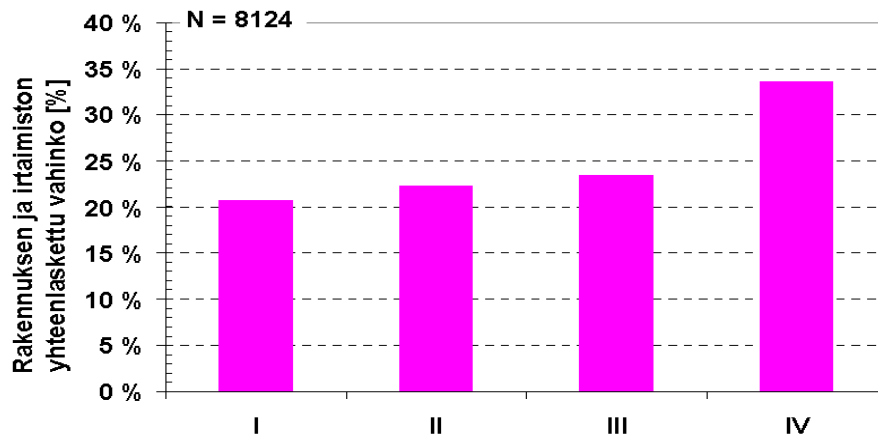
Taulukko 14: Toimintavalmiusajan ja palokuolemien välinen suhde (Lähde: Entec UK Ltd 1999)

Toimintavalmiusaikaluokka	Kuolleisuus
<=5min	0,038
5 min-10 min	0,042
10 min-15 min	0,055
15 min -20 min	0,072
>20 min	0,16

Tarkastelun perusteella palokuolemien suhteellinen osuus kasvaa toimintavalmiusajan pidentessä. Erityisen voimakasta kasvu on, kun toimintavalmiusaika pitenee yli 20 minuutin tasolle. Taulukon toimintavalmiusluokitus on kuitenkin suhteellisen karkeajakoinen ja erot havaituissa odotusarvoissa ovat melko pieniä. Näiden havaintojen perusteella toimintavalmiusajan marginaalista palokuolemia vähentävää vaikutusta on vaikea arvioida tarkasti.

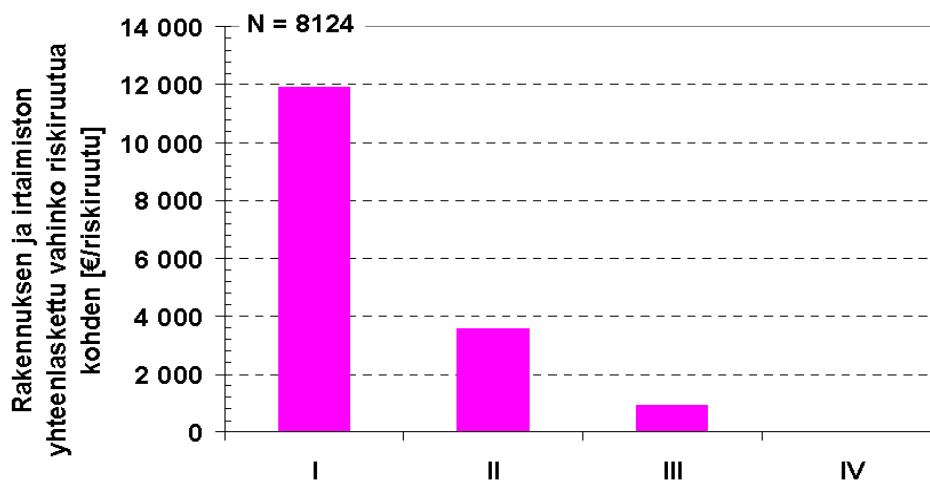
Toimintavalmiusajan vaikutusten tarkka arviointi on hankalaa, ja lisäksi toiminnan fyysinen ympäristö tuo omia erityispiirteitä kustannus-hyötyanalyysin tekoon. Toimintavalmiusajan keskimääräiset vaikutukset saattavat vaihdella esimerkiksi rakennustyypeittäin, kohteiden alueellisen jakaantumisen mukaan tai liikenneyhteyksien perusteella. Riskiruutuaineistossa tämä kohteiden heterogeenisuus ja alueellinen mosaiikkimaisuus tulee otetuksi paremmin huomioon.

Tillander, Oksanen ja Kokki (2009) tarkastelee rakennuspalojen jakaumia ja rakennuspaloihin liittyvien tekijöiden yhteyttä tulipalon aiheuttamiin vahinkoihin. Tarkastelu koskee Suomessa vuosina 2006 ja 2007 sattuneita rakennuspaloja ja onnettomuuksien jakaumia eri riskiluokissa asukasta kohden. Kuviossa 17 on esitetty rakennuksen ja irtaimiston yhteenlaskettu vahinkojen suhteellinen määrä koko maan rakennuspaloissa riskiluokittain.



Kuvio 17: Rakennuksen ja irtaimiston yhteenlaskettu vahinkojen suhteellinen määrä koko maan rakennuspaloissa riskiluokittain. PRONTOn aineisto vuosilta 2006–2007 (Lähde: Pelastusopisto 2008)

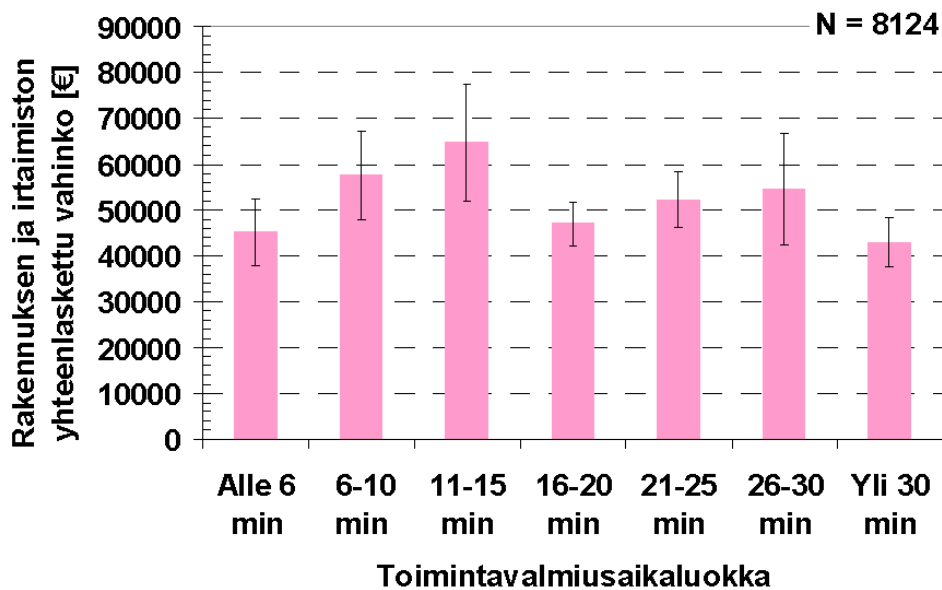
Kuviosta 17 näkyy, että suhteellinen osuus vahinkojen kokonaissummasta on suurin riskiluokassa IV. Myös lukumääräisesti tarkasteltuna eniten onnettomuuksia havaittiin riskiluokassa IV muihin riskiluokkiin nähden. Vahinkojen suhteellinen osuus selittyy riskiluokan IV suurella lukumäärällä eli korkealla suhteellisella osuudella riskiruutujen kokonaismäärästä. Tarkasteltaessa vahinkoja riskiruutujen tasolla, selvästi korkeimmat vahinkojen kokonaismäärät toteutuvat riskiluokassa I.



Kuvio 18: Rakennuksen ja irtaimiston yhteenlaskettu vahinko riskiruutua kohden koko maan rakennuspaloissa. PRONTOn aineisto vuosilta 2006–2007 (Pelastusopisto 2008). (Lähde: Pelastusopisto 2008)

Kuviossa 18 vahinkosumma riskiruutua kohden riskiluokassa I on kolminkertainen verrattuna riskiluokkaan II, 13-kertainen verrattuna riskiluokkaan III ja peräti 490-kertainen verrattuna riskiluokkaan IV. Havainnot ovat merkityksellisiä, kun arvioidaan toimintavalmiusajan lyhentämiseen vaadittavia kustannuksia ja kustannusten kohdistamista. Toimintavalmiusajan muutokset tuottavat vaihtelevia, valmiudesta seuraavia taloudellisia vaikutuksia riskiluokkien välillä. Lisäksi toimintavalmiusajan muutokset toteutuvat hyvin todennäköisesti paikallisesti, mikä korostaa investoinnin kohdistamisen merkitystä. Kohdistaminen sisältää päätöksiä esimerkiksi siitä, millä alueella, missä riskiluokassa ja mihin kohdetyyppiin ja väestön osaan muutoksella halutaan erityisesti vaikuttaa.

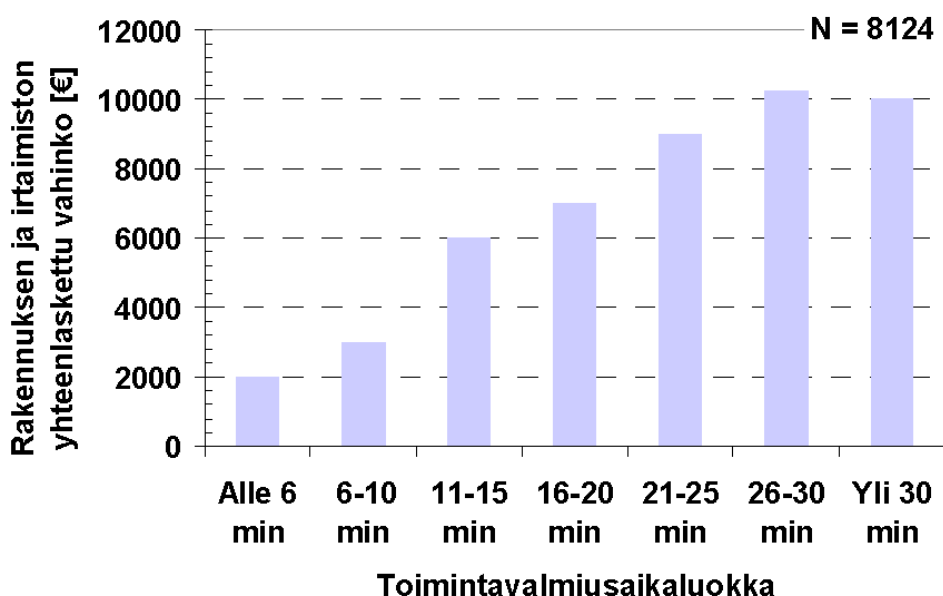
Tillander ym. (2009) tarkastelee myös vahinkojen määrän suhdetta toimintavalmiusaikaan. Toimintavalmiusajat jaetaan seitsemään luokkaan, alle 6 min, 6–10 min, 11–15 min, 16–20 min, 21–25 min, 26–30 min ja yli 30 min. Kuviossa 19 on esitelty vahinkojen keskimääräisiä arvoja eri toimintavalmiusaikalukissa.



Kuvio 19: Rakennus- ja irtaimistovahingon [€] keskiarvo eri toimintavalmiusaikalukissa, PRONTOn aineisto 2006–2007. (Lähde: Tillander, Oksanen & Kokki 2009)

Kuviosta 18 näkyy, että vahinkojen keskiarvo aluksia nousee siirryttäessä ensimmäisestä alle 6 min luokasta 6–10 min luokkaan ja edelleen luokkaan 11–15min. Seuraavissa luokissa vahinkojen keskiarvot laskevat ja lähestyvät ensimmäisen luokan keskiarvoa.

Tarkasteltaessa luokkien välisiä eroja vahingon mediaanin avulla havaitaan selkeämpi kasvava trendi siirryttäessä matalammasta valmiusaikaluokasta korkeimpaan luokkaan, kuten Kuvio 20 esittää.



Kuvio 20: Rakennus- ja irtaimistovahingon [€] mediaani eri toimintavalmiusaikaluokissa, PRONTOn aineisto 2006–2007 (Lähde: Tillander, Oksanen & Kokki 2009)

Kuvion 20 mediaanitarkastelu tuottaa selvästi kasvavan trendin, kun toimintavalmis pitenee.

Vahingon mediaani on myös selvästi pienempi kuin keskiarvo. Tämä selittyy vahinkosumman jakaumasta. Havaintojen perusteella kokonaisvahinkojen vähentäminen olisi mahdollista erityisesti rajoittamalla suurten rakennuspalojen vahinkoja. Toimintavalmiusaikaa tulisi siis lyhentää alueilla, joissa suurten suurten rakennuspalojen riski on suurin.

Rakennuspalojen aiheuttamien rakennus- ja irtaimistovahinkojen lisäksi suoriin vahinkoihin sisältyvät myös erilaiset henkilövahingot. Palokuolemien määrä on erilainen eri riskiluokissa. Suurin

palokuolemien määrä (miljoonaa asukasta kohden) toteutuu riskiluokassa IV, jossa palokuolemien osuus on noin 10-kertainen verrattuna riskiluokkaan II.

Havaintojen perusteella on ilmeistä, että vaikuttavuuden arvioimiseen liittyy merkittävää epävarmuutta, kun toimintavalmiusajan ja vahinkojen määrän muutoksia arvioidaan laskennallisesti. Laskennallisten mallien tuloksiin on suhtauduttava varauksin, ja mallien taustaoletuksiin ja käytettyjen lähtötietojen luotettavuuteen on kiinnitettävä huomiota.

4.3 Nettohyödyn skenaariotarkastelu

Toiminnan resursointi ja nettohyödyn maksimointi ovat sidoksissa useiden toimintaa rajoittavien ja vahingon rajoittumiseen keskeisesti liittyviin tekijöihin. Ope ratiivisen pelastustoiminnan nettohyötyjen maksimointi on yleisesti kuvattuna lineaarinen - tai epälineaarinen optimointitehtävä, joka huomioisi onnettomuuksien alueellisen jakauman odotusarvot esimerkiksi riskiruututasolla ja toimintavalmiusajan vahinkoja rajoittavan vaikutuksen sekä rajoitefunktion, joka sisältäisi toiminnan järjestämiseen sisältyvät rajoitteet. Rajoitteet sisältäisivät tietoa mm. toimivan yksikön minimi - ja maksimikoosta, työvoiman ja resurssien joustoista ja saavutettavuudesta eli ajalli sesta välimatkasta kohteiden ja yksiköiden välillä. Optimointitehtävä vaatisi tietoa pelastuslaitoksen operatiivisesta toiminnasta ja toimintaympäristöstä. Hankkeen resurssit ja aikataulu eivät antaneet edellytyksiä em. mallin soveltamiseen. Sen sijaan toiminnassa tapahtuvien muutoksien potentiaalista vaikutuksia karkealla tasolla voidaan arvioida ja kuvata tietyin olettam in erilaisten skenaariotarkastelujen avulla.

Aiemmin esitettyjen havaintojen perusteella toimintavalmiusajan ja vahinkojen määrän yhteys on sinänsä ilmeinen, mutta operatiivisen toiminnan kustannusten ja hyötyjen arvioimiseen liittyy silti merkittäviä epävarmuustekijöitä. Arviot tarjoavat kuitenkin kokoluokan, jossa muutosten tuottamia kustannuksia ja hyötyjä voidaan arvioida karkealla tasolla.

Nettohyötytarkastelu edellyttää vaikutuksien arvioimisen lisäksi myös arvioita toimintavalmiusajan muutoksiin johtavan valmiustasomuutoksen kustannuksista. Toimintavalmiuden ylläpito edellyttää riittävää henkilöstöresurssia ja pelastusasemaverkostoa. Toimintavalmiusajan muutos edellyttää muutoksia henkilöstö- ja kalustoresursseissa sekä todennäköisesti laajempaa asemaverkostoa.

Henkilöstöresurssin nykyistä määrää voidaan arvioida Määttälän (2010) vuosina 2007–2010 tarkastelemien keskimääräisten henkilöstökulujen pohjalta. Vuosina 2007–2010 alueellisten pelastuslaitosten henkilöstömenojen kokonaismäärä oli keskimäärin 284 801 000€ ja pelastusasemana toimivien kiinteistöjen määrä oli 765. Henkilöstömenojen osuus pelastuslaitosten kokonaiskuluista oli 79,9 prosenttia, kun ostopalvelut huomioidaan henkilöstömenoina. Jos henkilöstömenojen jakautuminen oletetaan vakioksi kaikkien toimintojen osalta, pelastustoiminnan henkilöstömenot olivat noin 231 miljoonaa euroa, ja muiden kustannusten osuudeksi jäisi 58 miljoonaa euroa.

Seuraavaksi rakennetaan neljä erilaista skenaariota, jotka perustuvat neljän eri oletuksen yhdistelmiin. Oletukset ovat seuraavat:

Oletus 1. Menojen prosentuaalinen muutos vastaa valmiusajan prosentuaalista muutosta eli 10 prosentin resurssien kasvu (28,9 miljoonaa euroa), lisäisi pelastusasemien määrää 77 asemalla ja kasvattaisi henkilöstömenoja 23,1 miljoonaa euroa. Muutoksesta seuraava toimintavalmiusajan muutos olisi siis keskimäärin 10 prosenttia. 10 prosentin leikkaus resursseihin johtaisi vastaavaan, mutta erisuuntaiseen muutokseen.

Oletus 2. Menojen prosentuaalisesta muutoksesta seuraa kaksinkertainen toimintavalmiusajan prosentuaalinen muutos. Eli 5 prosentin resurssien kasvusta (14,45 miljoonaa euroa) seuraisi samansuuntainen keskimäärin 10 prosentin muutos toimintavalmiusaikaan. 5 prosentin leikkaus resursseihin johtaisi vastaavaan, mutta erisuuntaiseen muutokseen.

Oletus 3. Toimintavalmiusajan muutos oletetaan tapahtuvan todennäköisesti riskiluokissa 2.-4., jossa toimintavalmiusaika on lähtökohtaisesti korkeampi kuin riskiluokassa 1. Riskiluokkien 2.-4. onnettomuuksien keskimääräinen suhteellinen osuus onnettomuuksista vuosina 2010–2014 oli noin 77 prosenttia (Kokki, 2014). Rakennus- ja irtaimistovahinkojen määrä oli samalla aikajaksolla keskimäärin 135 miljoonaa euroa. Vuosittaisten henkilövahinkojen tasona käytetään taulukon 13. skenaario 1. A:n laskelmaa 43,5 miljoonaa euroa. Vuosina 2006–2007

riskiryhmän 1. rakennus- ja irtaimistovahinkojen osuus oli 21 prosenttia eli muiden riskiluokkien vahinkojen osuus oli 79 prosenttia. Olettaen, että onnettomuus- ja henkilövahinkojen jakauma noudattaisi onnettomuusvahinkojen suhteellista jakaumaa vuosilta 2006–2007, olisi riskiluokkien 2.-4. rakennus-, irtaimisto- ja henkilövahinkojen osuus noin 141 miljoonaa euroa.

Oletus 4. Toimintavalmiusajan muutos oletetaan tapahtuvan todennäköisesti riskiluokissa 3.-4., jossa toimintavalmiusaika on lähtökohtaisesti korkeampi kuin riskiluokassa 1. ja 2. Riskiluokkien 3.-4. onnettomuuksien keskimääräinen suhteellinen osuus onnettomuuksista vuosina 2010–2014 oli noin 47 prosenttia (Kokki, 2014). Rakennus- ja irtaimistovahinkojen määrä oli samalla aikajaksolla keskimäärin 135 miljoonaa euroa. Vuosittaisten henkilövahinkojen tasona käytetään taulukon 13. skenaario 1. A:n laskelmaa 43,5 miljoonaa euroa. Vuosina 2006–2007 riskiryhmän 3. ja 4. rakennus- ja irtaimistovahinkojen osuus oli noin 57 prosenttia (Tillander ym., 2009). Olettaen, että onnettomuus- ja henkilövahinkojen jakauma noudattaisi onnettomuusvahinkojen suhteellista jakaumaa vuosilta 2006–2007, olisi riskiluokkien 2.-4. rakennus-, irtaimisto- ja henkilövahinkojen osuus noin 102 miljoonaa euroa.

Oletusten 1.-4. pohjalta rakennetut skenaariot ovat seuraavat:

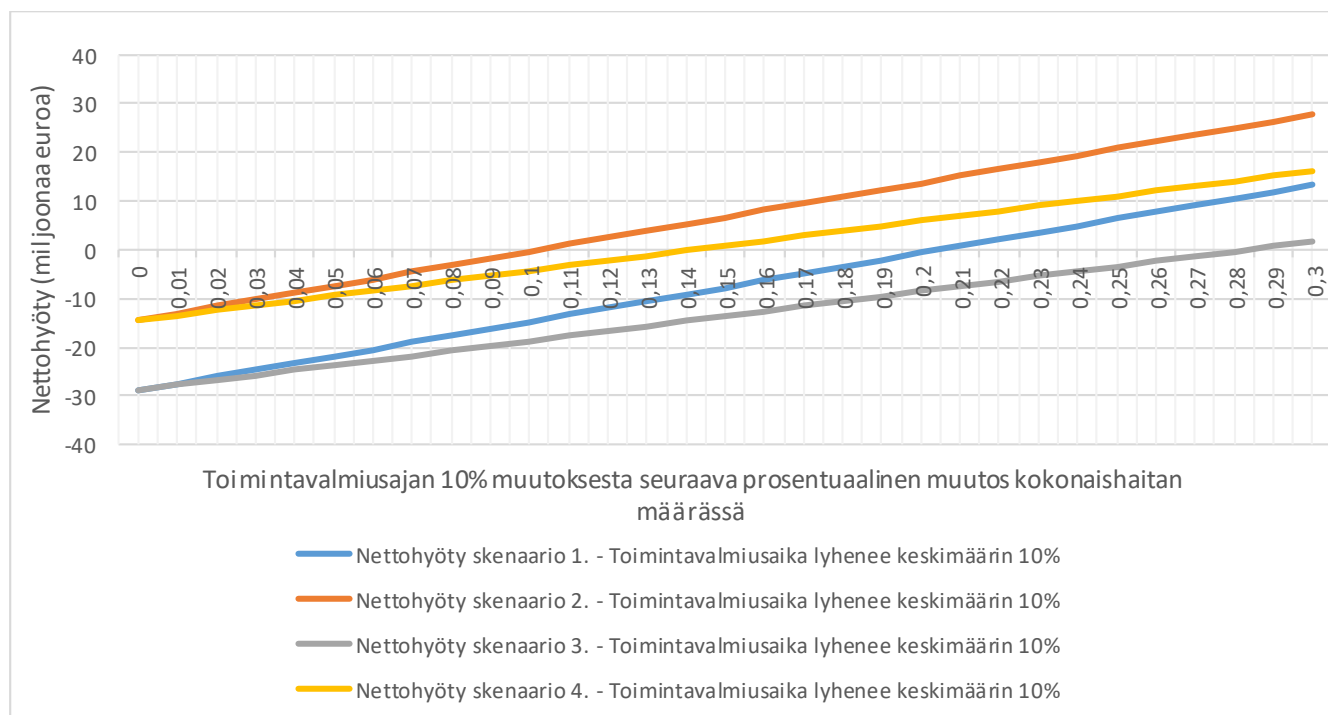
Skenaario 1. Oletuksen 1. ja 3. mukainen tilanne, jossa toimintavalmiusaikaa muutetaan $\pm 10\%$, josta seuraa $\pm 10\%$ ($\pm 28,9\text{M€}$) muutos kustannuksissa. Toimintavalmiusajan muutoksesta seuraava vaikutus vahinkoihin kohdistuu riskiluokkien 2.-4. rakennus-, irtaimisto- ja henkilövahinkojen osuuteen eli noin 141 miljoonaan euroon.

Skenaario 2. Oletuksen 2. ja 3. mukainen tilanne, jossa toimintavalmiusaikaa muutetaan $\pm 10\%$, josta seuraa $\pm 10\%$ ($\pm 14,45\text{ M€}$) muutos kustannuksissa. Toimintavalmiusajan muutoksesta seuraava vaikutus vahinkoihin kohdistuu riskiluokkien 2.-4. rakennus-, irtaimisto- ja henkilövahinkojen osuuteen eli noin 141 miljoonaan euroon.

Skenaario 3. Oletuksen 1. ja 4. mukainen tilanne, jossa toimintavalmiusaikaa muutetaan $\pm 10\%$, josta seuraa $\pm 10\%$ ($\pm 28,9\text{M€}$) muutos kustannuksissa. Toimintavalmiusajan muutoksesta seuraava vaikutus vahinkoihin kohdistuu riskiluokkien 3.-4. rakennus-, irtaimisto- ja henkilövahinkojen osuuteen eli noin 102 miljoonaan euroon.

Skenaario 4. Oletuksen 2. ja 4. mukainen tilanne, jossa toimintavalmiusaikaa muutetaan $\pm 10\%$, josta seuraa $\pm 10\%$ ($\pm 14,45\text{M€}$) muutos kustannuksissa. Toimintavalmiusajan muutoksesta seuraava vaikutus vahinkoihin kohdistuu riskiluokkien 3.-4. rakennus-, irtaimisto- ja henkilövahinkojen osuuteen eli noin 102 miljoonaan euroon.

Skenaarioita voidaan havainnollistaa kuvaajien avulla. Kuviossa 21 on esitetty nettohyödyn kehitys edellä esitettyjen neljän skenaarion tapauksessa, kun toimintavalmiusaikaa lyhennetään keskimäärin 10 prosentilla.

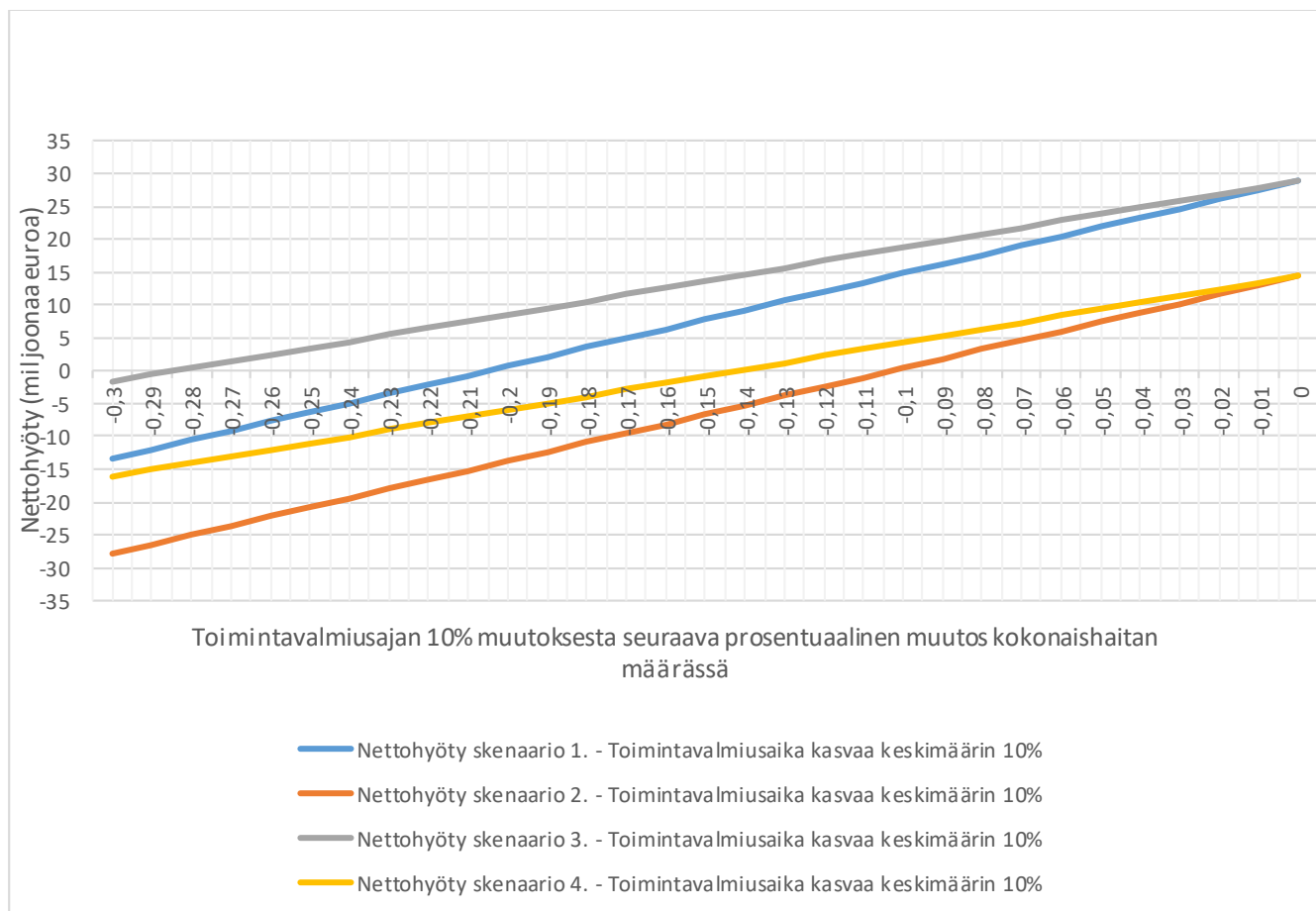


Kuvio 21: Skenaariotarkastelu, kun toimintavalmiusaika lyhenee 10 %

Kuvion 21 pystyakseli mittaa nettohyödyn tasoa, joka seuraa kustannusten ja vahinkojen kokonaismäärän muutoksesta, ja vaaka-akselilla mitataan toimintavalmiusajan keskimääräisestä 10 prosentin lyhentymisestä seuraavaa prosentuaalista muutosta haitan määrässä. Vaaka-akselin arvo 0 kuvaa tilannetta, jossa 10 prosentin muutos toimintavalmiusaikaan ei johda minkäänlaisiin vaikutuksiin haitan määrässä. Tällaisessa tilanteessa nettohyöty on negatiivinen toimintaan uhrattujen kustannusten verran [-14,45M€, -28,9M€]. Vaaka-akselin arvolla 0,3 toimintavalmiusajan keskimääräisestä 10 prosentin lyhentymisestä seuraisi 30 prosentin muutos vahinkojen määrässä. Tällaisessa tilanteessa nettohyöty olisi positiivinen kaikkien skenaarioiden mukaisissa tilanteissa [1,7M€, 27,85M€].

Skenaario 1:n mukaisessa tilanteessa toimintavalmiusajan muutoksesta seuraava vahinkoja vähentävä vaikutus tulisi olla noin 20 prosentin luokkaa, jotta resurssien muutoksesta seuraava nettohyöty olisi positiivinen. Vastaava positiivista nettohyötyä tuottava raja-arvo olisi skenaarion 2:n tilanteessa noin 10 prosenttia, skenaarion 3:n tilanteessa noin 28 prosenttia ja skenaarion 4:n tilanteessa noin 14 prosenttia. Arvot ovat huomattavan korkeita.

Kuviossa 22 esitetään havainnollisuuden vuoksi päinvastainen tarkastelu resurssien 10 prosentin leikkauksesta ja sen seurauksena syntyvästä keskimääräisen toimintavalmiusajan kasvusta.



Kuvio 22: Skenaariotarkastelu, kun toimintavalmiusaika pitenee 10 %

Kuvion 22 oikeassa reunassa eli vaaka-akselin kohdassa 0 ollaan tilanteessa, jossa keskimääräinen toimintavalmiusaika on pidentynyt keskimäärin 10 prosenttia ja muutoksesta ei ole seurannut muutoksia vahinkojen kokonaismäärässä. Tällaisessa tilanteessa nettohyöty on tietenkin positiivinen. Kuvion vasemmassa reunassa eli vaaka-akselin kohdassa -0,3 ollaan tilanteessa, jossa toimintavalmiusajan 10 prosentin kasvu johtaa kokonaisvahinkojen 30 prosentin kasvuun. Tästä seuraa, että resurssien leikkauksista saavutettu säästö [14,45M€, 28,9M€] on pienempi kuin kasvanut rakennuspalojen aiheuttama haitta kaikissa skenaariotilanteissa. Tällöin nettohyöty on negatiivinen kaikissa skenaarioissa.

Skenaarion 1. mukaisessa tilanteessa toimintavalmiusajan pidennyksestä seuraavan vahinkojen määrän lisäyksen tulisi olla enintään 20 prosentin luokkaa, jotta resurssien leikkauksesta seuraava nettohyöty olisi positiivinen. Skenaariossa 2 vastaavaa positiivista nettohyötyä tuottava raja-arvo olisi

korkeintaan noin 10 prosenttia, skenaarion 3. mukaisessa tilanteessa korkeintaan noin 28 prosenttia ja skenaarion 4. tilanteessa korkeintaan noin 14 prosenttia.

Kuviot 21 ja 22 ovat toistensa peilikuvia eli kuvaavat samaa, mutta erisuuntaista muutosta nettohyödyn tasoissa. Peilikuvamaisuus ja lineaarisesti käyttäytyvät kuvaajat ovat seurausta skenaariotarkastelun takana olevista yksinkertaistavista oletuksista, jotka eivät kuvaa täydellisesti todellista tilannetta. Tämän vuoksi numeroihin ei pidä kiinnittää liikaa huomiota. Kuvioiden tarkoitus on ainoastaan antaa riittävän havainnollinen kuva itse ilmiön luonteesta.

Laskelman yhtenä keskeisimpänä yksinkertaistavana oletuksena voidaan pitää, että toimintavalmiusajan muutos vaikuttaisi alueella homogeenisesti. Toisin sanoen oletetaan, että toimintavalmiusajan muutoksen edellyttämä muutos pelastuslaitoksen valmiustasossa heijastuisi tasaisesti koko rakennuskantaan, eikä riippuisi rakennustyyppistä tai vahinkoriskistä. Jälkimmäinen riippuvuus voisi kuitenkin vahinkojen epätasaisen jakauman perusteella (kuviot 17.-20.) olla hyvinkin perusteltu

Oletusta, että resurssien määrän kasvu aiheuttaisi yhtä suuren suhteellisen muutoksen keskimääräiseen toimintavalmiusaikaan, voidaan syystä pitää epäuskottavana. Todellisuudessa vaikutukset mitä todennäköisimmin eroaisivat alueellisesti, ja toimintavalmiusajan muutoksilla olisi erilaisia seurauksia eri toimintavalmiusluokissa. Toisin sanoen esiintyisi useita erilaisia paikallisia optimeja, joiden ympäristössä vaikutukset olisivat erilaisia eri toimintavalmiusajan tasoilla. Toimintavalmiusajan muutos vaatii paikallisesti erilaisia resurssimuutoksia, koska alueet eivät ole homogeenisia ja kohteet tasaisesti jakaantuneita. Alueiden heterogeenisuus otetaan paremmin huomioon riskiruutuaineistossa, jonka avulla tarkastelu voidaan kohdentaa niihin kohteisiin, joissa toimintavalmiusaika ylittää tavoiteajan. Riskiruutuaineisto ei kuitenkaan ollut käytettävissä tätä tarkastelua tehtäessä.

Pelastustoiminnan kustannusfunktio ei ole myöskään jatkuva, vaan diskreetti ja erilainen eri olosuhteissa. Huomattava osa kustannuksista on täysin kiinteitä ja muuttuvat (henkilöstö)kustannuksetkaan eivät ole täysin joustavia. Skenaarioissa on jouduttu käyttämään karkeita arvioita ilman raskasta toiminta-analyysia toiminnan resurssien muutoksen vaikutuksista. Kustannusten kokoluokkaa voidaan kuitenkin pitää oikean suuntaisena.

Skenaarioissa muutostasoksi on valittu 10 prosenttiyksikköä, koska tätä pienemmän resurssimuutoksen tasainen kohdistaminen voisi olla käytännössä vaikeaa. Toiseksi, muutostason valintaan vaikuttaa oletus, että operatiivisten resurssien käytön paikallinen optimi olisi suhteellisen lähellä nykyistä tasoa, joka perustuu vuosikymmeniä kestäneeseen, viranomaisten ja asiantuntijoiden tekemään kehittämis- ja arviointityöhön. Yli 10 prosenttiyksikön muutokset sisältävät myös paljon tuntemattomia piirteitä, joita olisi vaikea huomioida oikeassa kokoluokassa. Lisäksi PRONTO:n arviot uhatun omaisuuden arvosta¹⁰ antavat viitteitä siitä, että suuremmista resurssimuutoksista seuraava toimintavalmiusajan muutos, voisi aiheuttaa arvaamattoman suuria vaikutuksia kokonaishaitan määrässä.

Skenaariolaskelmat antavat joka tapauksessa suuntaviivoja resurssien tehokkaalle kohdentamiselle operatiivisen toiminnan puitteissa. Tarkastelu osoittaa, että toimintavalmiusajan lyhentämisen tulisi vähentää suhteellisen paljon onnettomuuksista aiheutuvaa haittaa, jotta muutoksesta seuraavat kustannukset tulisivat katettua ja positiivista nettohyötyä syntyisi. Tilanne on kuitenkin varsin erilainen, kuin ennaltaehkäisevässä työssä. Skenaarioissa tarkastellut resurssimuutokset vastaisivat valvonnan resurssien moninkertaistamista eli merkittävää muutosta määräaikaisten tarkastusten toteuttamisen ja suunnittelun edellytyksiin. Loppujen lopuksi kyse on resurssien jaosta operatiivisen ja ennaltaehkäisevän työn välillä.

¹⁰ PRONTO:n sisältämät arviot uhatun omaisuuden arvosta vaihtelevat 2,8 miljardista 6,8 miljardiin euroon vuosina 2010–2014.

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tutkimuksessa tarkasteltiin yhteiskuntataloudellisten arviointimenetelmien soveltuvuutta pelastustoimen tietojohdamisen välineinä. Hankkeen aikana käytiin läpi menetelmien soveltamiseen liittyvää tutkimuskirjallisuutta ja teoriaa, jonka pohjalta raportissa esitetään lyhyesti kustannus-hyöty- ja kustannus-vaikuttavuusanalyysin periaatteet ja menetelmien hyödyntämiseen liittyviä vaatimuksia. Menetelmien soveltuvuutta tarkasteltiin onnettomuuksia ehkäisevien määräaikaisten palotarkastuksien sekä operatiivisen pelastustoiminnan osalta. Valintaa ohjasi tutkimusasetelmien vaatima palvelujen kohdentamisesta ja kustannuksista saatavilla ollut tieto.

Menetelmien soveltamiseen liittyy paljon mahdollisuuksia, mutta myös haasteita. Haasteet olivat sinänsä odotettuja, koska pelastustoimi on varsin neitseellistä aluetta kustannus-hyöty- ja kustannus-vaikuttavuusanalyysien soveltamisessa. Suurimmat analyttiset haasteet liittyvät toiminnan vaikuttavuuden mittaamiseen ja kausaliteetin havaitsemiseen. Lähtökohtaisesti paloturvallisuus on ilmiönä hyvin monisyinen, ja erityisesti ennaltaehkäisevän työn vaikuttavuuden arvioiminen edellyttää sellaisten asioiden mittaamista, jotka jäävät sen ansiosta tapahtumatta. Toisaalta haasteita aiheutuu myös käytettävissä olevasta tietoa-aineistosta ja itse menetelmistä.

Tutkimuksen painopiste oli ennaltaehkäisevän työn ja erityisesti määräaikaisten palotarkastusten vaikutusten ja hyötyjen analysoinnissa. Tämä on perusteltua ensinnäkin siksi, että siihen tarvittavaa metatietoa oli parhaiten saatavilla. Operatiivisen pelastustoimen tarkastelu oli suppeampaa, ja se kohdistui toimintavalmiusajan muutosten kustannus-hyötyanalyysiin. Palvelujen vaikuttavuuden ja kustannusten tarkastelu erosi tarkasteltavan toiminnan luonteen lisäksi analyysimenetelmien ja saatavilla olevan tiedon vuoksi.

Määräaikaisten palotarkastuksien vaikuttavuutta tarkasteltiin menetelmillä, jotka tarjoavat aikaisempaa tutkimusta paremman, teoreettisesti perustellun tarkasteluasetelman. Paneeliaineistoihin perustuvien analyysimenetelmien vahvuus on, että niillä voidaan havaita aikaisemmin hyödynnettyjä tutkimusasetelmia paremmin toiminnan ja toimenpiteiden aiheuttamia vaikutuksia kohdetasolla. Käytetyt estimointimenetelmät edellyttävät suhteellisen pitkää aineistoa ja tuottavat tietoa lähinnä keskipitkän ja pitkän aikavälin tarkasteluun. Analyysi vuosien 2008–2014

tiedoilla tuottaa lupaavia alustavia tuloksia ja jatkotyön kannalta rohkaisevia estimaatteja valvonnassa positiivisista vaikutuksista paloturvallisuuteen. Näin siitä huolimatta, että tietojen yhdistäminen eri tietokantojen välillä on ongelmallista, ja vaikka merkittävä osa päätösmuuttujista eli onnettomuushavainnoista jää aineiston ulkopuolelle.

Tarkastelu tuottaa lukuisia kehittämiskohteita ja tietoa siitä, miten menetelmien soveltamista voidaan jatkossa helpottaa. Tutkimusaineiston osalta nousee erityisesti esiin, että toimintatavat eroavat alueiden välillä palvelujen kohdistamisessa, palvelujen sisällössä ja kirjaamisessa. Toinen merkittävä kehityskohde liittyy tietojärjestelmien sisältämän tiedon käsittelyyn, määrittelyyn ja yhdisteltävyyteen. Useat menetelmien soveltamisen kannalta rajoittavat tekijät liittyvät toimintatapoihin eikä niinkään tarkasteltavaan ilmiöön.

Jatkotyön kannalta positiivista on, että aineiston yhdistämisen suurimmat ongelmat ja rajoitteet ovat kuitenkin helposti ratkaistavissa tulevien järjestelmä uudistusten yhteydessä ja alueellisen yhteistyön lisääntyessä. Jatkon kannalta merkityksellistä on myös se, että aineiston lisääntyessä myös vuoden 2011 toimintatapojen muutoksista seuraavia vaikutuksia voidaan havainnoida paremmin. Erityisesti auditoivaan palotarkastukseen siirtyminen ja omavalvonnan yleistyminen ovat tekijöitä, joiden vaikutukset tulevat epäilemättä ajan myötä näkyviin. Omavalvontaan siirtymisen positiivisten tai negatiivisten vaikutusten pitäisi tulla esiin sen volyymin noustessa. Aineistojen yhdistelyn näkökulmasta myös henkilörekisteritiedoilla voisi olla tärkeä rooli vaikuttavuusanalyyseissä, koska esimerkiksi sosiaalisilla, kulttuurisilla ja kielellisillä tekijöillä saattaa hyvinkin olla merkitystä ennaltaehkäisevän turvallisuustyön vaikuttavuuteen erityisesti asuinalueiden osalta.

Olemassa olevan tutkimustiedon pohjalta operatiivisen pelastustoimen vaikuttavuuden arvioiminen ei perustu samanlaisiin tarkasteluasetelmiin, kuin määräaikaisten palotarkastusten tapauksessa. Käytettävissä olevalla aineistolla ei voida havaita tarkasti toimintavalmiusajan, kaluston tai henkilökunnan osaamisprofiilin marginaalista vaikutusta rajoitetun vahingon määrään. Aineiston puutteiden vuoksi toimintavalmiusajan suhdetta vahinkojen kehittymiseen ei myöskään tarkasteltu tilastollisin menetelmin, vaan arviot vaikuttavuuden kokoluokasta ja tasosta perustuvat tutkimuskirjallisuuteen, laskennallisten mallien tuottamiin tuloksiin ja karkeaan skenaariotarkasteluun. Tämän vuoksi analyysi sisältää monia epävarmuustekijöitä.

Määräaikaisten palotarkastusten kustannusten tarkastelu perustui asiantuntija-arvioihin, sillä olemassa olevaa tietoa kustannusten rakentumisesta oli vain vähän. Arvioiden perusteella tarkastukseen käytettävät resurssit eroavat suhteellisen vähän kohdetyyppien välillä. Tarkastukseen kuluva aika tai kustannus ei näytä korreloivan kohteen pinta-alan tai kohteen käyttötarkoituksen kanssa samalla tavalla kuin kohteiden tarkastusvälit. Pelastustoiminnan osalta varsinaista kustannusanalyysiä ei ollut tämän hankkeen puitteissa mahdollista toteuttaa. Laskelmissa käytetyt kustannukset perustuivat karkeisiin oletuksiin, jotka kuitenkin todennäköisesti tarjosivat oikean kokoluokan kustannus–hyötytarkastelua varten.

Hyötyanalyysi perustui vahinkojen odotusarvoihin, joissa otetaan huomioon useita ja tarkasti määriteltäviä kustannustekijöitä. Henkilövahinkoihin liittyvien kustannusten osalta hyödynnettiin tuoreita ja kansainvälisestikin katsottuna poikkeuksellisen huolellisesti perusteltuja kustannusestimaatteja. Arvioihin aina sisältyvän epätarkkuuden ja arvostuserojen kattamiseksi esitettiin vaihtoehtolaskelmia. Vahinkojen odotusarvoihin sisältyy runsaasti hajontaa, jonka vuoksi vahinkojen jakaumaoletukset perustuivat ajatukselle, että toiminta on jatkuvaa ja pitkäjänteistä.

Vaihtoehtolaskelmat tuottavat vahinkojen odotusarvoille relevantin vaihteluvälin. Vain välittömiä taloudellisia kustannuksia huomioon ottavat laskelmat edustavat minimikustannuksia eli suoraan todennettavissa olevia kustannuksia. Laskelman vahvuus on sen luotettavuus ja selkeys, mutta se sivuuttaa monia haittoja ja kansalaisten hyvinvointiin vaikuttavia kustannustekijöitä. Vaihtoehtoisissa laskelmissa otettiin huomioon myös epäsuoria kustannuksia ja inhimillisiä tekijöitä, mikä antaa todenmukaisemman kuvan kokonaiskustannuksista ja yhteiskunnalle aiheutuvasta haitasta.

Epäsuorien ja inhimillisten kustannusten arvottamisessa noudattiin kuitenkin varovaisuusperiaatetta ja painotettiin laskelmien vertailukelpoisuutta yli sektorirajojen. Kansainvälisissä tutkimuksissa on käytetty myös huomattavasti suurempia vahinkoarvoja.

Vahinkojen arvioimiseen perustuvalla hyötyanalyysillä arvioitiin rakennuspalojen torjumisesta koituvaa yhteiskunnallista etua. Hyödyn jakautumista kansalaisten ja yritysten kesken tai esimerkiksi vakuutusjärjestelmän vaikutusta jakautumiseen ei tarkasteltu, ja tulonsiirrot sekä vuotovaikutukset ulkomaille sivuutettiin. Hyötyjen ajateltiin siis kohdistuvan kansalaisille suoraan tai epäsuorasti. Hyötyanalyysissä ei myöskään huomioitu hyödyn ajoittumista. Erityisesti valvonnan osalta hyödyn

voidaan olettaa realisoituvan tulevaisuudessa, mutta laskelmien estimaatit perustuvat vuoden 2015 hintatasoon. Tämän ei kuitenkaan katsottu tuottavan merkittävää harhaa laskelmissa.

Vaikuttavuusestimaattien sisältämien puutteiden vuoksi määräaikaista palotarkastuksia koskenut kustannus-vaikuttavuustarkastelu ei tuottanut suoraan hyödynnettävää tietoa toimenpiteiden ja resurssien kohdistamisesta. Menetelmän hyödyntäminen edellyttäisi suhteellisen tarkkoja tietoja valvonnan vaikutuksista eri kohdetyyppien välillä, jotta menetelmää voitaisiin hyödyntää palvelun kohdistamisen ja allokaatiotehokkuuden näkökulmasta. Tilanteessa, jossa tarvittava tieto olisi saatavilla, toimintaa voitaisiin kohdistaa kohteille, joissa määräaikaisten palotarkastusten kustannus-vaikuttavuus on suurin ja samalla optimoida valvonnan vaikuttavuus käytössä olevien resurssien puitteissa. Tilanteessa, jossa vaikuttavuuden erot olisivat havaittavissa, analyysin tuottama informaatio palvelisi myös toiminnan kehittämistarkoitusta tulosten osoittaessa ne kohderyhmät ja toimenpiteet, joissa toiminta ei ole kustannus-vaikuttavaa.

Vertailtavuus eri palvelujen välillä, kuten operatiivisen pelastustoiminnan ja valvonnan välillä kärsii, jos olemassa oleva tieto ei sisällä vertailukelpoisia estimaatteja vaikuttavuuden tasosta.

Määräaikaisten palotarkastusten ja pelastustoiminnan osalta tilanne on juuri tällainen. Samanlaista asetelmaa ei pelastustoiminnan osalta voida nykytiedon perusteella rakentaa. Vahingon rajoittamista tarkasteleva kustannus-vaikuttavuusanalyysi edellyttäisi muun muassa vaihtoehtoisten valmiuden kohdistamista kuvaavien asetelmien tarkastelua.

Kustannus–hyötyanalyysin soveltaminen kärsii myös edellä mainituista puutteista. Kustannus–hyötyanalyysi edellyttäisi suhteellisen luotettavia vaikuttavuusestimaatteja, jotta menetelmän tuottamaa informaatiota voitaisiin käyttää täysimääräisesti hyväksi palvelujen allokaatiopäätösten tukena. Tarkastelun avulla on kuitenkin olemassa olevan tiedon pohjalta mahdollista arvioida toiminnan vaikutuksesta saavutettavaa potentiaalista hyötyä, joka eroaa eri kohdetyyppien ja palvelujen välillä. Nettohyötytarkastelu osoittaa valvonnan ja yleensä ennaltaehkäisevän työn suuren potentiaalin, koska ennaltaehkäisevän työn kustannukset ovat varsin pieniä verrattuna esimerkiksi valmiuden ylläpidon kustannuksiin. Valvontasuoritteiden sisällön ja kohdistamisen sekä turvallisuusviestinnän kehittämisellä voidaan ainakin teoriassa saavuttaa merkittävää nettohyötyä yhteiskunnalle jo varsin alhaisilla vaikuttavuuden tasoilla. Lisäksi potentiaalinen nettohyöty vaihtelee

eri kohdetyyppien välillä. Havainto on mielenkiintoinen, sillä tarkastustoimenpiteiden keskimääräiset kustannukset eri kohdetyyppien välillä eivät vaihtelee samalla tavalla. Yksittäisen toimenpiteen kustannuksen lisäksi tarkasteltiin myös kokonaisresurssien kohdistumista eri kohdetyypeille. Onnettomuuksien aiheuttaman haitan näkökulmasta, tarkastelu osoittaa resurssien kohdistuvan varsin epätasaisesti eri kohdetyypin ja kohdeluokan rakennuksiin.

Toimintavalmiusajan muutoksella saavutettavaa potentiaalinen nettohyöty ei ole yhtä ilmeinen. Valtakunnan tasolla tarkasteltuna vahinkojen vähentäminen edellyttäisi merkittävästi suurempia panostuksia resursseihin, jotta keskimääräistä toimintavalmiusaikaa voitaisiin pienentää niin, että muutoksesta saatava hyöty olisi havaittavissa. Samalla potentiaalinen rajahyöty voidaan olettaa pienemmäksi kuin valvonnan tapauksessa. On kuitenkin korostettava, että pelastustoiminnan kustannus–hyötytarkasteluun sisältyy paljon epävarmuutta ja tarkastelussa ei arvioitu, miten resurssien muutoksesta seuraava toimintavalmiusajan muutos kohdistuisi eri rakennuskohteisiin.

Analyysien sisältämästä epävarmuudesta ja aineiston rajoitteista huolimatta pilotointi osoittaa, että kustannus-hyöty- ja kustannus-vaikuttavuusanalyysit tukevat pelastusalan tietojohdantamista mahdollistamalla vaihtoehtoisten toimintamuotojen vertailun ja luomalla tietoa palvelujen optimoinnin ja suunnittelun tarpeisiin. Analyysimenetelmillä on pelastustoimen palvelujen optimoinnissa omat käyttötapansa, ja molemmat tukevat pelastustoimen tietojohdantamista ja tuottavat tietoa toiminnan kehittämiseen.

Kustannus–vaikuttavuusanalyysi tuottaa tietoa palvelun keskimääräisestä kustannus-vaikuttavuudesta, jonka avulla on mahdollista tarkastella esimerkiksi määräaikaisten palotarkastusten optimaalista kohdentamista palvelun sisällä, tai vaihtoehtoisten palvelujen, kuten muun valvonnan ja turvallisuusviestinnän suhteen. Kustannus-hyötyanalyysi antaa enemmän informaatiota palvelujen hyötynäkökulmasta. Toisin kuin kustannus-vaikuttavuusanalyysissä allokatiopäätöstä voidaan tarkastella sekä kustannus-vaikuttavuuden että toiminnasta saatavan hyödyn näkökulmasta. Samalla analyysi kertoo, onko toiminta ylipäätään yhteiskunnallisesti kannattavaa ja mikä palvelu tuottaa parhaan nettohyödyn yhteiskunnalle. Menetelmä mahdollistaa tiedon tuottamisen pelastustoimen palvelujen väliseen sekä palvelujen sektorirajat ylittävään tarkasteluun.

Yleisenä johtopäätöksenä voidaan todeta, että tutkimuksen tulokset korostavat ennaltaehkäisevän työn merkitystä ja kehottavat vakavasti puntaroimaan sen roolia suhteessa pelastustoimen muihin tehtäviin.

Lähteet

Ahola K. 2011. Tue työkykyä. Käsikirja esimiestyöhön. Helsinki: Työterveyslaitos.

Arrow, K. J., Cropper, M. L., Eads, G. C., Hahn, R. W., Lave, L. B., Noll, R. G., Portney, P. R., Russell, M., Schmalensee, R., Smith, V. K. & Stavins, R. N. 1998. Is There a Role for Benefit-Cost Analysis in Environmental, Health and Safety Regulation?

Bablouzian L, Freedman E & Wolski K. 1997. Evaluation of a community based childhood injury prevention program. *Inj Prev* 1997; 3:14–16.

Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R. & Weimer, D. L. 2014. Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice, 4th Edition. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

Boiteux, M. & Baumstark, L. 2001. Transports: Choix des investissements et coût des nuisances. Paris: la Documentation française. France Commissariat général du plan.

Butry, D. T., Brown, M. H. & Fuller, S. K. 2007. Benefit-Cost Analysis of Residential Fire Sprinkler Systems, NISTIR 7451, National Institute of Standards and Technology (NIST), for US Department of Homeland Security.

Drummond M.F, Sculpher M.J, Torrance G.W, O'Brien B.J. & Stoddard G.L. 2005. Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes. 3.painos. New York: Oxford University Press.

Entec UK Ltd, 1999. Response Time Fatality Rate Relationships for Dwelling Fires. Report for Fire Research & Development Group, Home Office.

Farrow, S & Viscusi, W. Kip 2011. Towards Principles and Standards for the Benefit- Cost Analysis of Safety. *Journal of Benefit-Cost Analysis*: Vol. 2: Iss. 3, Article 5.

Gallagher S, Hunter P & Guyer B. 1985. A home injury prevention program for children. *Pediatr Clin North Am* 1985; 32:95–112.

Gray, A., Clarke, P., Wolstenholme, J. & Wordsworth, S. 2010. Applied Methods of Cost-effectiveness Analysis in Healthcare. 1. painos, New York: Oxford University Press.

Haikonen, K., Lillsunde, P. M. & Vuola, J. 2014. Inpatient costs of fire-related injuries in Finland. Injury prevention unit, National Institute for Health and Welfare, Helsinki Burn Centre, Helsinki University Hospital, Helsinki.

Haikonen, K., Lillsunde, P. M., Lunetta, P. & Kokki, E. 2015. Economic burden of fire-related deaths in Finland, 2000-2010: Indirect cost using a human capital approach. National Institute for Health and Welfare, Helsinki, Finland.

- Haikonen, K., & Lillsunde, P. M. (2016). Burden of Fire Injuries in Finland: Lost Productivity and Benefits. *Journal of Public Health Research*, 5(2), 705. <http://doi.org/10.4081/jphr.2016.705>
- Hall Jr, J., Flynn, J. & Grant, C. 2008. *Measuring Code Compliance Effectiveness for Fire-Related Portions of Codes*. National Fire Protection Association ja Fire Protection Research Foundation.
- Hall Jr, J. 2014. The total cost of fire in the United States. National Fire Protection Association. Fire Analysis and Research Division. March 2014.
- Hausman, J., Bronwyn H. Hall & Zvi, G. 1984. Econometric Models for Count Data with an Application to the Patents-R&D Relationship. *Econometrica* 52: 909-938.
- Heatco. 2005. Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment. European Commission, Directorate General Energy and Transport.
- Helsingin kaupungin pelastuslaitos 2015. Onnettomuuksien ehkäisytyön toimintasuunnitelma 2015. Helsingin kaupunki.
- Hsiao, C. 2003. Analysis of panel data. Econometric society monographs. Second edition.
- Juås, B. & Mattson, B. 1994. Lagom Brandsäkerhet – Kostnads- nyttoanalys och jämförelser mellan länder, FOU Rapport P21-086/94, Räddningsverket, Karlstad.
- Keski-Rahkonen, O. 2015. Niskan päällä! Palontorjunnan uusi tehokkuusmittari ja vahinkojen jakauma. Pelastustustieto, Palotorjuntateknikka-erikoisnumero, Palotutkimuksen päivät 24.-25.8.2015, Espoo, s. 76-80.
- Kling, T., Tillander, K. & Hakkarainen T. 2014. Toimintavalmiusajan vaikuttavuus asuntopaloissa. Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen julkaisuja.
- Morgan, G., Henrion, M. & Small, M. 1990. Uncertainty: a guide to dealing with uncertainty in quantitative risk and policy analysis. Cambridge: Cambridge University Press.
- Munson, M. & Ohls, J. 1980. Indirect costs of residential fires. United States Fire Administration, Princeton University, United States. Federal Emergency Management Agency, National Fire Data Center (U.S.), Mathematica Policy Research, inc
- Mutikainen, P. 2013. Erityiskohteiden palotarkastusten resursointi Tampereen aluepelastuslaitoksessa. Turun Kauppakorkeakoulu, Suomen Palopäällystöliitto.
- Määttä, J. 2010. Pelastustoimen tilinpäätös- ja kustannusanalyysi 2007–2010. Turun yliopiston kauppakorkeakoulun Porin yksikön julkaisusarja A.
- Ohje pelastuslaitoksen valvontasuunnitelmasta, 23.6.2011
- Paaanen, A., Hakkarainen, T & Tillander, K. 2014. Onnettomuusvahingot pelastustoimen riskianalyysityössä. Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen julkaisuja.
- Parsonage, M. & Neuburger, H. 1992. Discounting and health benefits. *Health Econ.*, 1: 71–76.

Pelastuslaki 379/2011

Powell, C. 1999. Focused. But Are We Effective? A Study Evaluating Community Fire Safety Methods. Fire Service College Moreton in Marsh, Divisional Command Course 03/99.

R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>.

Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet 2002. Ympäristöministeriö.

Ramachandran, G. 1998. The Economics of Fire Protection. Taylor & Francis.

Ray, J, R. 1998. Fire Prevention Effectiveness: Can we measure what did not happen? Executive Development, CFPS, Anne Arundel County EMS/ Fire/Rescue, Anne Arundel County, Maryland .

Robinson, L. A. & Hammitt, J. K. 2015. Research Synthesis and the Value per Statistical Life. Risk Analysis, 35: 1086–1100.

Schaenman, P., Stambaugh, H., Rossomando, C., Jennings, C. & Perroni, C. 1990. Providing public fire education works. Tridata, Arlington, VA.

Schwarz, D., Grisso, J. & Miles, C. 1993. An injury prevention program in an urban African-American community. Am J Public Health 1993; 83:675–80.

Sintonen, H. & Pekurinen, M. 2006. Terveystaloustiede. WSOY Oppimateriaalit Oy, Helsinki.

Tieliikennelaitos. 2010. Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2010. Liikenneviraston ohjeita 21 2010. Liikennevirasto.

Tillander, K., Oksanen, T. & Kokki, E. 2009. Paloriskin arvioinnin tilastopohjaiset tiedot. Espoo, VTT.

U.S. Department of Transportation. 2015. Guidance on Treatment of the Economic Value of a Statistical Life. URL: <https://www.transportation.gov/office-policy/transportation-policy/guidance-treatment-economic-value-statistical-life>

Warda, L., Tenenbein, M. & Moffat, M, E, K. 1999. House fire injury prevention update. Part II. A review of the effectiveness of preventive interventions. Inj. Prev. 1999; 5:217-225.

Liitteet

LIITE 1. Rakennus- ja irtaimistovahingot

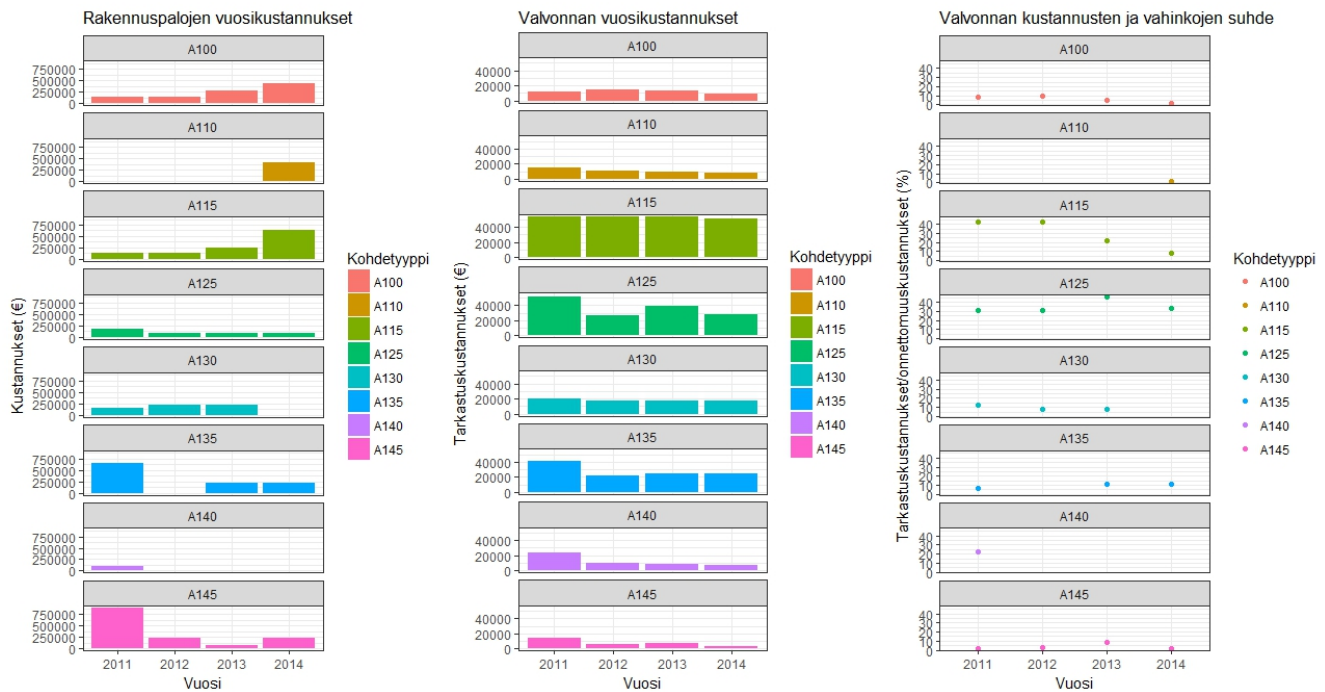
Taulukko 1: Rakennusvahingot

Kohdetyyppi	Rakennus- vahinkojen keskiarvo	Rakennus- vahinkojen keskihajonta	Rakennusvahinko (pienin)	Rakennusvahinko (suurin)	Lukumäärä
A100	55332	199208	0	1014122	26
A105	13583	23492	0	94387	21
A110	88098	248550	0	794870	10
A115	59712	260063	0	1557754	36
A125	23507	50711	0	208959	17
A130	18370	40322	0	178880	24
A135	105445	302108	0	1997700	50
A140	54389	67738	0	218703	21
A145	29505	83358	0	484323	59
A200	244232	511001	0	1650650	21
A205	102547	369711	0	3260631	91
A210	29990	104791	0	447937	18
A215	166938	493504	0	1727880	12
A220	44231	84286	0	298371	13
A300	132290	740476	0	10849085	266
A305	71179	129618	0	773420	59
A310	71179	129618	0	773420	59
A315	170049	332773	205	669193	4
A320	141374	241318	0	735030	9
A325	114904	245183	0	804333	20
A330	57996	113991	0	606903	108
A335	45059	97730	0	635400	266
A400	25007	73517	0	692847	191
A410	107621	431669	0	5967639	843
A415	74925	222351	0	2132237	193
A420	22188	77750	0	1265214	852
Kahden asunn. talo	53636	94782	0	641857	282
Ketjutalo	35678	50556	0	136086	16
Luhtitalo	44040	143517	0	1282397	95
Muu asuinkerrostalo	20512	69049	0	1549955	1898
Muu erillinen pientalo	36477	82061	0	545112	118
Rivitalo	40753	98628	0	1151079	521
Yhden asunnon talo	37085	67125	0	840035	3621

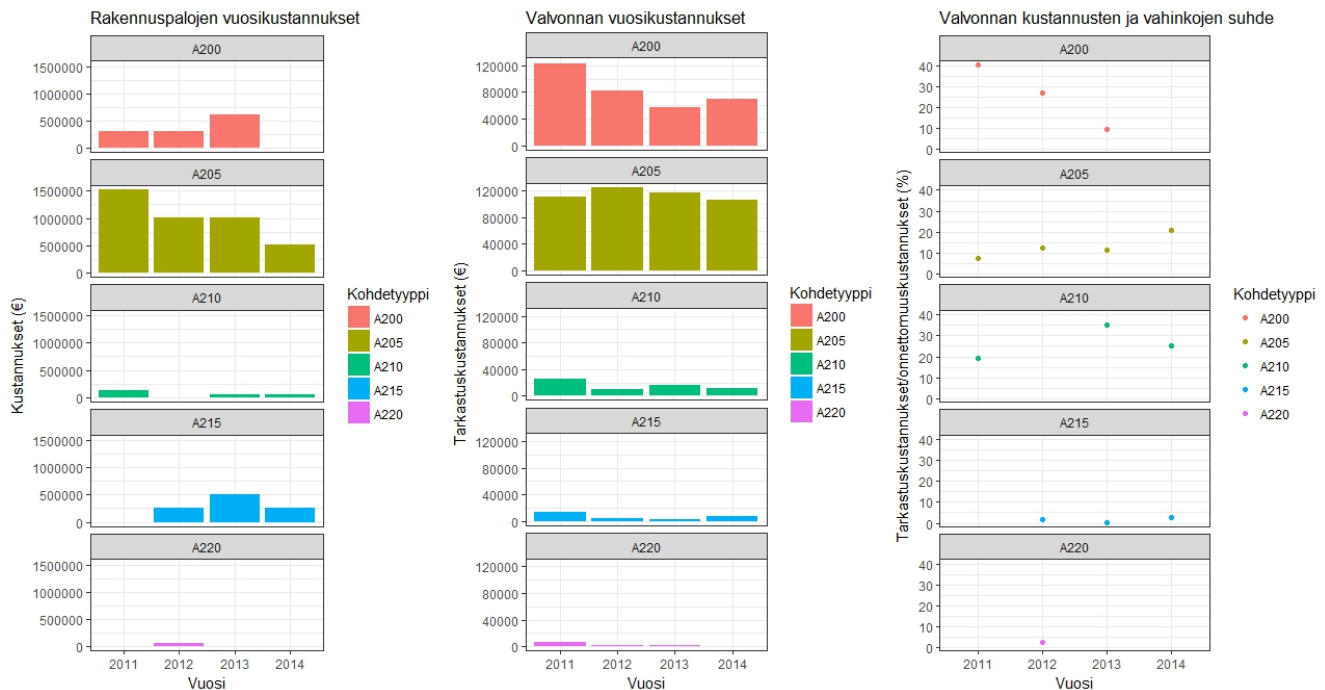
Taulukko 2: Irtaimistovahingot

Kohdetyyppi	Irtaimisto- vahinkojen keskiarvo	Irtaimisto- vahinkojen keskihajonta	Irtaimistovahinko (pienin)	Irtaimistovahinko (suurin)	Lukumäärä
A100	20686	94567	0	483887	26
A105	9175	30680	0	141414	21
A110	34587	99258	0	316620	10
A115	3818	9467	0	45000	36
A125	7066	19913	0	83102	17
A130	3889	11362	0	53648	24
A135	28487	97546	0	666000	50
A140	7119	8112	0	24000	21
A145	6003	15139	0	64458	59
A200	32801	59982	0	184926	21
A205	33079	125851	0	1111650	91
A210	5336	20153	0	85936	18
A215	36912	112362	0	393000	12
A220	7846	12705	0	34787	13
A300	42957	205875	0	2752134	266
A305	15476	26773	0	117816	59
A310	15476	26773	0	117816	59
A315	43233	82154	0	166377	4
A320	22364	34812	0	105193	9
A325	17542	34352	0	123738	20
A330	11815	28562	0	230513	108
A335	12974	28997	0	217560	266
A400	6630	17917	0	103337	191
A410	30192	124012	0	1959128	843
A415	16578	53783	0	500388	193
A420	7665	36412	0	818510	852
Kahden asunn. talo	10472	15924	0	78782	282
Ketjutalo	5260	7264	0	22091	16
Luhtitalo	6323	20953	0	189347	95
Muu asuinkerrostalo	5473	43359	0	1794870	1898
Muu erillinen pientalo	9469	17878	0	97198	118
Rivitalo	9645	48235	0	930033	521
Yhden asunnon talo	7893	12673	0	262982	3621

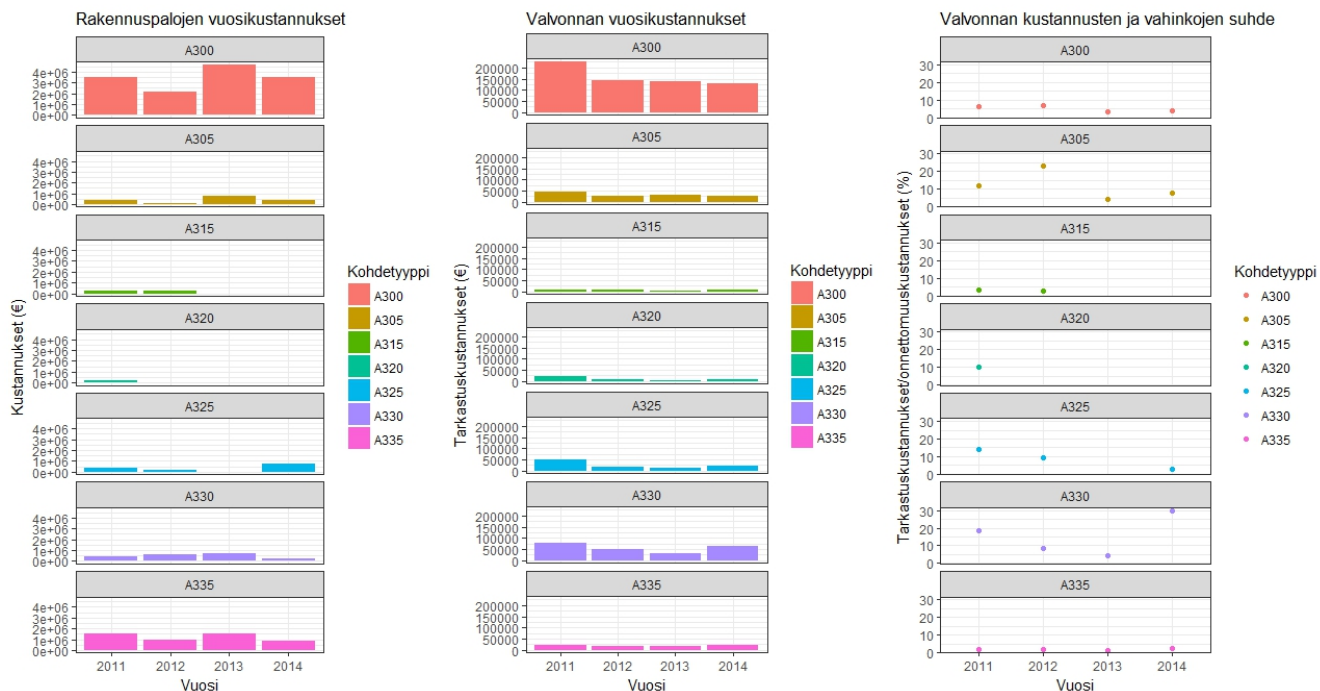
LIITE 2. Valvonnan kustannukset ja onnettomuushaitat vuosina 2011-2014



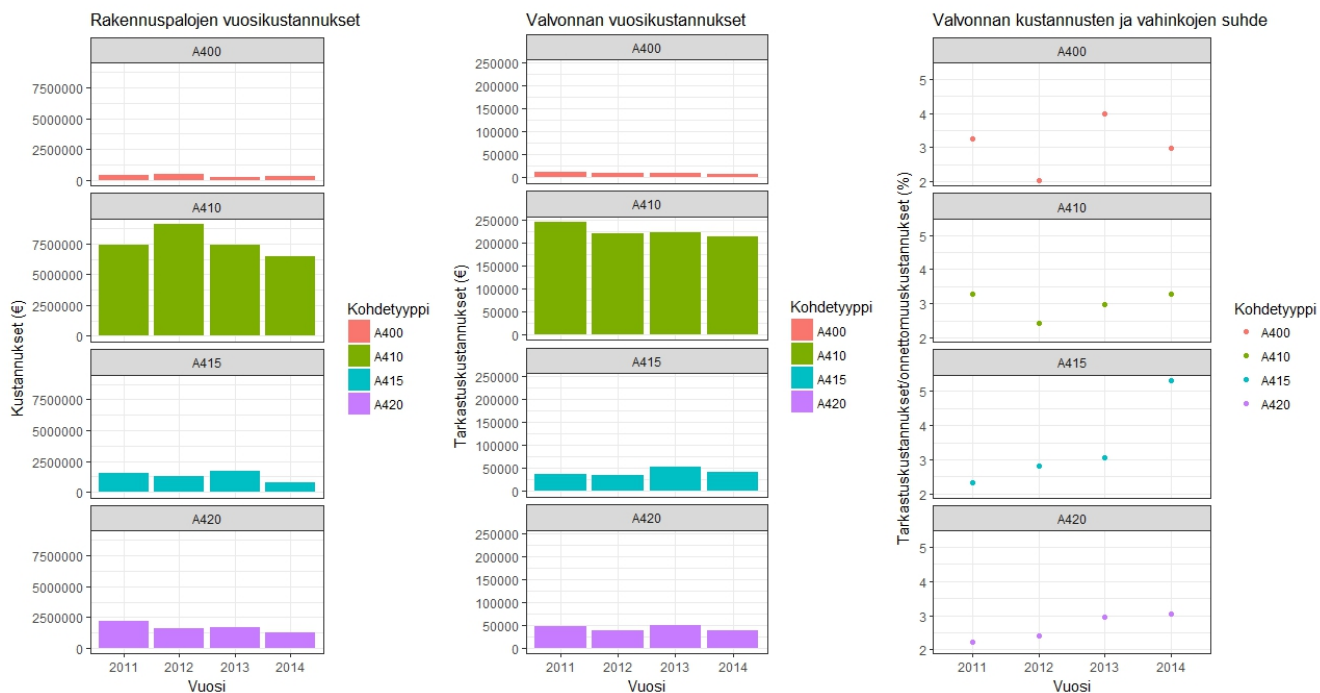
Kuvio 1. Valvonnan kustannukset – onnettomuushaitat – suhde A1



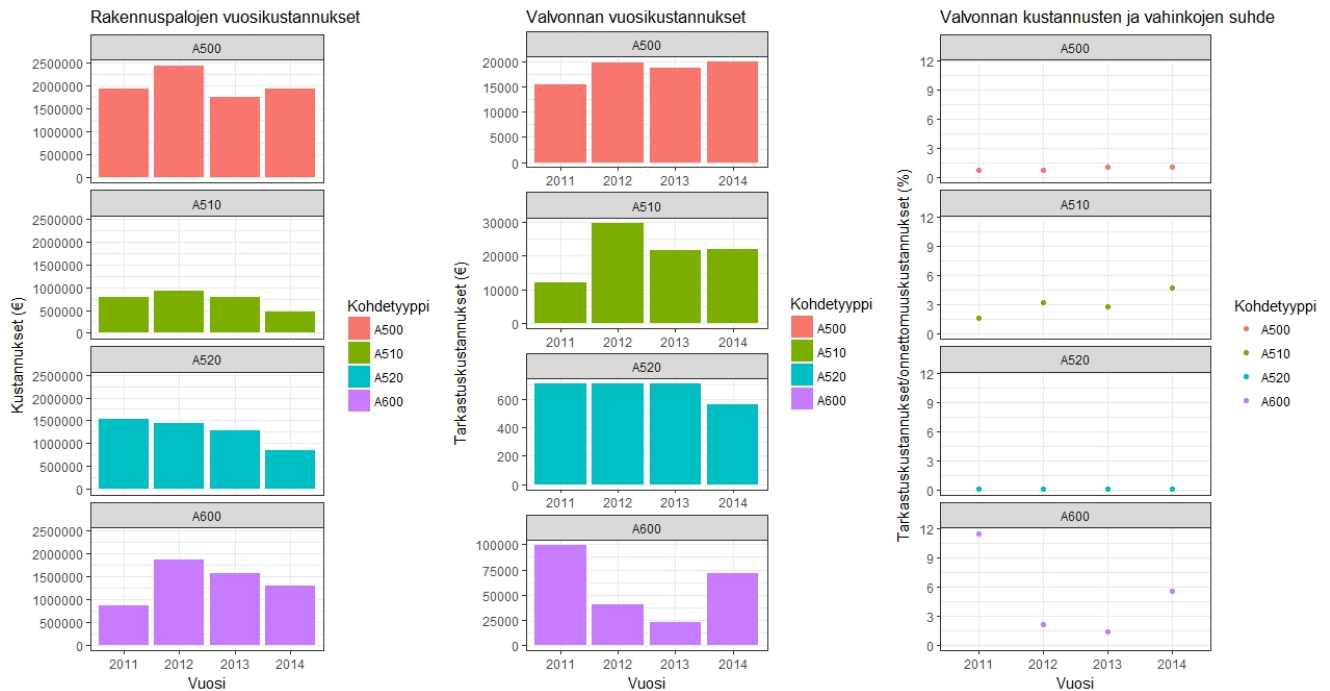
Kuvio 2. Valvonnan kustannukset – onnettomuushaitat – suhde A2



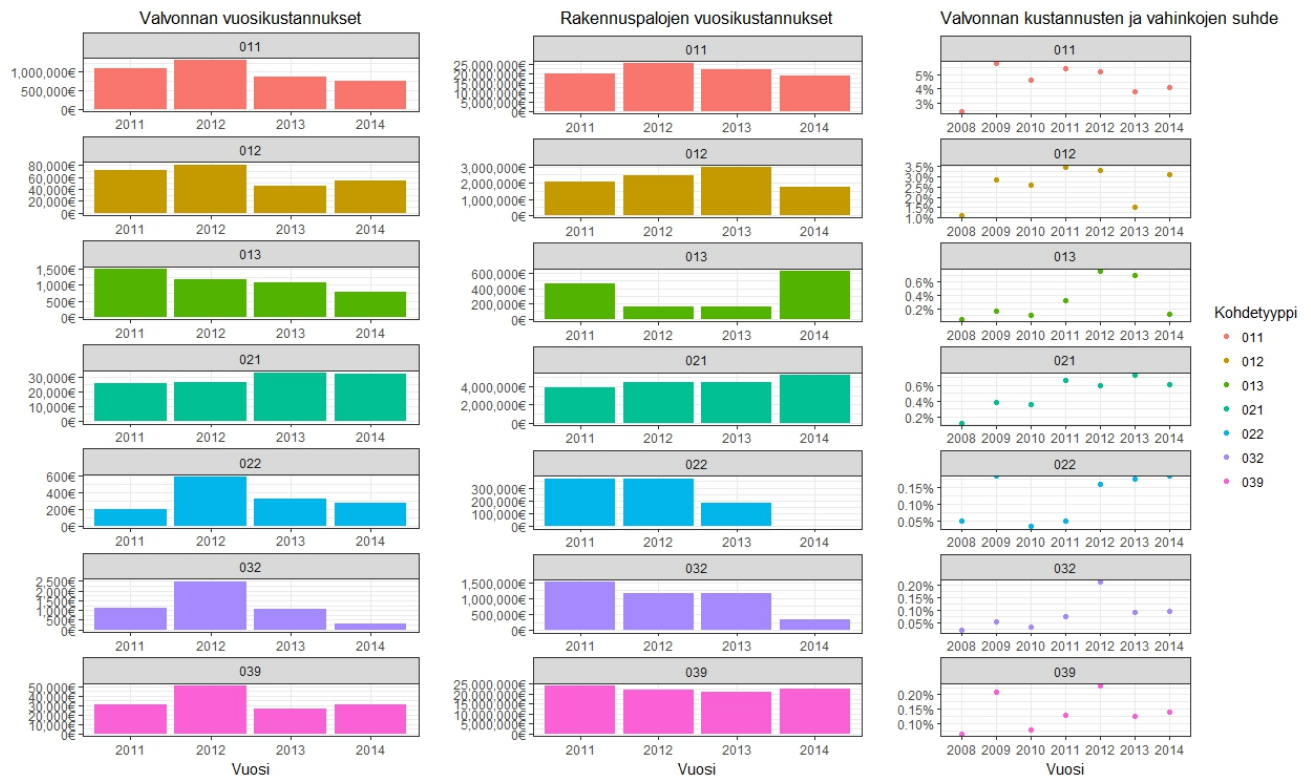
Kuvio 3. Valvonnan kustannukset –onnettomuushaitat–suhde A3



Kuvio 4. Valvonnan kustannukset –onnettomuushaitat–suhde A4



Kuvio 5. Valvonnan kustannukset – onnettomuushaitat – suhde, A5–A6



Kuvio 6. Valvonnan kustannukset – onnettomuushaitat – suhde, asuinalueet

